The Department of Public Instruction, Bombay.

SCIENCE PRIMERS
IN
GUJARATI.

PHYSICAL GEOGRAPHY

BY

PROFESSOR A. GEIKIE

TRANSLATED INTO GUJARATI.

BY

RAO SAHEB MAHIPATRAM R. NILKANTH,
GUJARATI TRANSLATOR, EDUCATIONAL DEPARTMENT.

Second Edition,

5,000 Copies.

Bombay:
GOVERNMENT CENTRAL BOOK DEPÔT.

1883.

Price five Annas.

BOMBAY:

PRINTED AT THE "NIRNAYA-SAGAR" PRESS.

મુંબઈ ઈલાકાનું સરકારી કેળવણી ખાતું.

વિદ્યાપ્રવેશગ્રંથાવલિ.



ગ્રંથ ૧.

ભૂતળ વિદ્યા.

પ્રોફેસર ગીકીકૃત ઇંગ્રેજી પુસ્તકપરથી,

ગૂજરાતીમાં ભાષાંતર કરનાર

રાવસાહેબ મહીપતરામ રૂપરામ નીલકંઠ,

ગૂજરાતી ત્રાન્સલેતર, એજ્યુકેશનલ દીપાર્તમેત.

બીજી આવૃત્તિ.

૫,૦૦૦ પ્રત.

સને ૧૮૬૭ ના ૨૫ મા આક્ટ મુજબ આ પુસ્તક નોંધાવ્યું છે.



મુંબઈ.

ગવર્નમેંત સેંત્રલ બુક દીપો.

સને ૧૮૮૩.

કીમત પાંચ આના.

મુંબઈ.

“નિર્ણયસાગર” છાપખાનામાં છાપ્યું.

અનુક્રમણિકા.



વિદ્યાનાં મૂળતત્વો.

ભૂતળ વિદ્યા.

ઉપોદ્ઘાત.

૧. ધારો કે વસંત ઋતુ છે, તમે ગામડામાં છો, અને ગામથી એક ગાઉપર નદી છે તેને કાંઠે આવતી કાલે ગામના લોક ઉજાણી જવાના છે. ગામનાં છોકરાં અનેક પ્રકારની રમતો નદી તીરે રમવાના મનસુબા કરેછે; જોડે લઈ જવાને ગામનાં બૈરાંમાંના કોઈ સાંજરે લાડુ કરેછે, કોઈ પૂરીઓ કરેછે, કોઈ શીરો કરેછે, કારેલાં, ભીંડા વગેરે શાક તળેછે, ભજીઆં કરેછે. કોઈ કાંઠે રાંધવાનું સીધું તૈયાર કરેછે; ગામના ભાયડા પોતપોતાના બળદોને લાગેલાં છાણ ધોઈ સાફ કરેછે, શિંગડે તેલ લગાડેછે, ને ગાડી ગાડાં તૈયાર કરેછે. એમ તૈયારી કરી રાત્રે હરખમાં સૂતા. મોટે પરોઢીએ ઊઠી ભાયડા ગાડીઓ જોડેછે, બાયડીઓ સજ થાયછે, ને છોકરાં આનંદમાં દોડાદોડ કરેછે, તેવામાં વરસાદ થવાનાં ચિન્હો જણાયાં. મધરાતથી વાદળાં થવા માંડ્યાં હતાં તે વધી સવારે છાંટા થવા લાગ્યા. માવઠું છે તે દહાડો ચઢતાં થોડીવારે બંધ પડશે એમ ધારી સર્વે નીકળવાને તત્પર થઈ બેઠાં. પણ વરસાદનાં ફોરાં વધ્યાં. સૂરજ ઊગ્યો પણ તડકો પડ્યો નહિ; મેઘાડમ્બર ખૂબ ચઢ્યો, વાદળાંમાં ભારે ગર્જના થવા લાગી. ને મુસળધારે વરસાદ વરસ્યો. ઉજાણી જવાને તૈયાર થઈ બેઠેલા લોક અકળાયા; બપોર થયા પણ વરસાદ નરમ પડ્યો નહિ. ગામમાં અને આસપાસ મોટા વહેળા વેગથી વહેવા લાગ્ય

નિરાશ થઈ ગાંસડા પોટલાં છોડી લોક બિચારા ઘેર જશ્યા. જે મઝા ભોગવવાની સર્વે ધારી હતી તે મનમાં રહી.

૨. ધારેલી મોજમઝા ભોગવવાની તૈયારીમાં હતા તેવામાં એ રીતે તમે નાઉમેદ થયા એ બેશક ખેદકારક છે. પરંતુ આ માવઠાનો કંઈ બદલો મળી શકેછે કે નહિ તે જોઈએ. પાછલે પહોરે વાદળાં વેરાવા લાગી વરસાદ બંધ પડેછે. તમે બહાર જવાને ખુશી છો, માટે આપણે સર્વે ફરવા નીકળી પડીએ. રસ્તામાં કીચડવાળા પાણીનું વહેણ હજુ ચાલ્યું જાયછે. પાણી ન નડે તેવે માર્ગે હું તમને તેડી જાઉં. એ વાટે નદીએ જઈશું. રસ્તા હજી ભીના છે. આ સાંકડી નેળ ઊંચાણમાં છે તેની બેઉ બાજૂએ ઝાડોપરથી પાણી ટપકેછે. આવો, આ ટેકરે ચઢીએ. એપરથી નીચે નદી દેખાયછે; ત્રણ પહોરના ભારે વરસાદથી કેટલો બધો ફેરફાર થયોછે! ગઈ કાલે નદીમાં પાણી એટલું તો થોડું અને નિર્મળ હતું કે તે માંહેલા પથરા તમે જોઈ શકતા. પરંતુ આજે જૂઓ. બેઉ કરાડા ભરપૂર છે, અને મેલું પાણી ઉતાવળું વહ્યું જાયછે. વહેણ અગાડી ચાલ્યું જાયછે. ને તેમાં અસંખ્ય પાંદડાં અને ડાળીઓ સપાટી ઉપર તરતાં દેખાયછે. કોઈ કોઈ મોટી ડાળીઓ કે આખાં થડ પૂરમાં તણાતાં આવેછે. લાકડાં, ઘાસ, પાટીઆં, વળીઓ, વગેરે તણાયાં જાયછે. નદીનું પાણી કાંઠાપર વહી આસપાસનાં ખેતરોને અને ગામોને કેટલું નુકસાન પહોચ્યુંછે તે દર્શાવેછે.

૩. પાણીનો મસ્ત ધસારો અને તેમાં ઘસડાઈ જતી અનેક વસ્તુઓ નિહાળતા આપણે થોડીવાર અહીં ઊભા રહીશું. હવે કદાચ તમે એમ ધારશો કે આ મેલાં પાણીનું મોટું પૂર ઊછળતું ને ઘોઘો કરતું વેગથી વહ્યું જાયછે તે મહાન્ દેખાવ છે, અને ઉજાણીની મઝા ગુમાવી તેનો બદલો ઠીક મળ્યો. હવે એ દેખાવ તમારા મનમાં તાજો છે તેટલામાં તે સંબંધી થોડાક સાદા પ્રશ્ન તમે તમારા મનને પૂછશો તો તમારાથી ગમત કરવા નહિ જવાયું માટે દિલગીર નહિ થવાનાં વધારે કારણો કદાચ તમને મળશે.

૪. પ્રથમ તો આટલું બધું વધારે પાણી નદીમાં ક્યાંથી આવેછે? તમે કહોછો કે એ વરસાદનું પાણી છે તો ઠીક, પરંતુ એ બધું આ પહોળી નદીમાંજ કેમ આવેછે? વરસાદનું પાણી કોઈ પણ નદી બનાવ્યા સિવાય જમીન પરથી કેમ વહી જતું નથી?

૫. વળી વરસાદ ક્યાંથી આવેછે? કાલે સાંજે આકાશ નિર્મળ હતું; રાતમાં વાદળાં ચઢી આવ્યાં, અને સવારે વરસાદ આવ્યો, અને તમે કહોછો કે વાદળાંને લીધેજ વરસાદ આવ્યો. પરંતુ વાદળાંને કોઈ ઠેકાણેથી પાણી મળવું જોઈએ. વાદળાં વરસાદ ભેગો કરી પૃથ્વીપર પડવા દેછે તેનું શું કારણ?

૬. ત્રીજું, નદીનું વહેણ અમુક દિશામાં કેમ થાયછે? નદીમાં પાણી થોડું હતું અને પથરા અને કાંકરીપર થઈને તમે પેલે પાર જઈ શકતા ત્યારે નદીનો પ્રવાહ થોડો હતો, તોપણ સાફ જણાતો હતો. નિરંતર એકજ દિશામાંથી પાણીનો પ્રવાહ જતો તમે જોતા હતા. હવે કણ્ઠા પાણીથી નદી ભરપૂર છે ત્યારે પણ પ્રવાહની દિશા તેની તેજ તમે જૂઓછો. આમ હોવાનું કારણ તમે કહી શકશો?

૭. વળી ગઈ કાલે પાણી સ્વચ્છ હતું, આજે નઠારૂં મેલું દેખાયછે. આ ગંદા પાણીમાંથી થોડુંક તમે ઘેર લઈ જઈ આખી રાત વાસણમાં ભરી મુકશો તો બીજે દિવસે તે નિર્મળ દેખાશે અને વાસણને તળીએ કાદવનો ઝીણો થર બાઝેલો માલૂમ પડશે. માટે કાદવને લીધેજ પૂરવાળી નદીના પાણીનો રંગ બદલાયછે. પરંતુ એ કાદવ ક્યાંથી આવ્યો? ભારે વરસાદ અને તેથી આવેલા પૂરની જોડે તેનો કાંઈક સંબંધ છે એ સ્પષ્ટ જણાયછે.

૮. આ નદીમાં થોડું પાણી હોયછે ત્યારે તથા પૂર આવ્યું હોયછે ત્યારે તેનું વહેણ તેની તેજ દિશામાં થાયછે, અને જેણીમર એ પાણી વહેછે તેણીમર તેમાંનો કાદવ કચરો ઘસડાયો જાયછે. આ ટેકરા ઉપર બેશી ફીણવાળાં પાણી વમળ કરતાં દોડેછે

તે જોઈએ છીએ ત્યારે એવો સવાલ ઊઠેછે કે જળ અને કાદવનો આ મોટો જથો ક્યાં જતો હશે, અને જ્યાં જાયછે ત્યાં એનું શું થતું હશે?

૯. તમે જાણોછો કે આ દેશમાં જે સેંકડો નદીઓ વહેછે તેમાંની આ માત્ર એક છે, અને બીજા દેશોમાં હજારો બીજી છે. આજે આપણે જે આ નદીમાં થતું જોઈએ છીએ તે બધું તે સઘળીમાં થાયછે. ભારે વરસાદ વરસેછે ત્યારે તે સર્વમાં રેલ આવેછે; તેઓ સર્વે નીચાણ ભણી વહેછે; અને બધીઓ વધારે કે ઓછો કાદવ તાણી જાયછે.

૧૦. હવે ઘરભણી હીંડો. આજના અનુભવથી જે બીનાઓ જાણવામાં આવી તેમાંની મુખ્યનું પુનરાવર્તન માર્ગમાં કરતા જઈશું. આપણે જોયું કે વખતે આકાશ નિર્મળ અને આસ્માની રંગનું હોયછે, ને સૂરજ પ્રકાશી તપેછે; કોઈ વાર આકાશમાં વાદળાં ચઢી આવેછે અને જ્યારે તેઓ ઘણાં એકઠાં થાયછે ત્યારે વરસાદ થવાનો સંભવ છે. આપણે જોયું કે નદીનાં પાણી વહેછે; ભારે વરસાદ પડયાથી નદીમાં પૂર આવેછે, અને પૂર આવ્યાથી પાણી કચરાળું થાયછે. એપરથી આપણે શીખ્યા કે આપણી ઊંચેના આકાશમાં અને નીચેની પૃથ્વીની વચ્ચે ઘાડો સંબંધ છે. ગઈ કાલે સાંજે કોઈ કોઈ વાદળ આવવા માંડયું તેમાં કાંઈ આપણને દમ જણાયો નહિ, પરંતુ આજ સાંજસૂધીમાં તો એ વાદળાંએ મોટી રેલ આણી, જેથી ઝાડો તળીએથી ઊખડી તણાયાં જાયછે, ખેડુતોનાં ઝૂંપડાં અને ખેતરોનો પાક ઘસડાઈ આવેછે. એવી રેલોથી પૂલ ભાંગેછે, ગામડાંમાં અને શહેરોમાં મીલકતને ભારે નુકસાન લાગેછે, અને માંણસના જાનની હાની થાયછે.

૧૧. પણ તમે જો કોઈ શહેરના રહીશ હો અને મેં વર્ણવ્યા તેવા ગામડાંમાં બનતા બનાવ તમારા જોવામાં ન આવ્યા હોય તો સહજ તમને એમાં રસ ન ઊપજે. પરંતુ શહેરની શેરીઓમાં પણ વરસાદ અને વહેળાવિષે ઘણું શીખી શકાય. થોડું વ-

રસાદનું પાણી વાસણમાં ઝીલશો તો તે નીતર્યું દેખાશે. પણ નીકમાં અને માર્ગમાં ભારે વરસાદ વેળા પાણી વહેછે તે કેટલું કચરાળું દેખાયછે! રસ્તાની ધૂળ પાણી જોડે મળી ઘસડાઈ જાયછે. એ રીતે દરેક નીકમાં ને રસ્તામાં રેલ આવી હોય તેમ દેખાયછે. નદીમાં જેમ લાકડાં અને ઝાડો તણાઈ જાયછે તેમ શેરીઓમાં પડેલાં ઘાસનાં તણખલાં, રાડાં, લાકડાંના કડકા, વગેરે રખડતી વસ્તુઓ નીકોમાં કે રસ્તાપર વહેતા પાણીમાં જતી તમે જોશો. આકાશમાં થતા ફેરફારોથી પૃથ્વીપર કેવા ફેરફાર થાયછે તેનું જ્ઞાન શહેરમાં પણ તમને એપરથી થઈ શકે.

૧૨. તમે થોડીવાર વિચાર કરશો તો હરરોજના સાધારણ બનાવોનો પરસ્પર જે રીતે સંબંધ થયેલોછે તેનાં ઘણાં દૃષ્ટાંતો તમને યાદ આવશે. તમે નાનપણથી તડકો, વાદળાં, પવન, વરસાદ, ઝાકળ, નદીઓ, રેલ, વગેરે જૂઓછો તેથી તેઓ એટલાં સાધારણ થઈ ગયાંછે કે તેઓનેવિષે તમે કદી વિચાર કરતા નથી. તેઓ જેવાં છે તેનાથી કોઈ પણ રીતે ભિન્ન તમે તેમને કલ્પી શકતા નથી. ખરે તેઓ એટલાં સ્વાભાવિક અને આવશ્યક દીસેછે કે તેમનાં કારણ આપવાનું કોઈ તમને કહેછે ત્યારે તમને વિસ્મય લાગેછે. જે દેશમાં કદી વરસાદ વરસ્યોજ ન હોય તે દેશમાં અવતરી તમે આખો જન્મારો ત્યાં કાઢ્યો હોય અને ત્યાંથી તમને આ દેશમાં તેડી લાવે. તેવામાં વરસાદનું તોફાન આપણે જોયું તેવું તમે દેખો તો શું તમને નવાઈ નહિ લાગે અને એ શું અને એનું કારણ શું એમ તમે સહજ પૂછશો કે નહિ? અથવા ધારો કે આપણા આ ગરમ દેશમાંથી કોઈ છોકરો શિયાળામાં ઇંગ્લાંડમાં કે બીજા ઠંડા દેશમાં જઈ બરફ પડતો પ્રથમજ જૂએ, અને નદીઓ સજડ ઠરી ગયેલી દેખે તો તે શું ઘણું વિસ્મય પામશે નહિ? બરફ એટલે શું, જમીન શા માટે આટલી કઠણ છે, શા કારણથી હવા એટલી બધી ટાઢી છે, અને વહેળાઓનો પ્રવાહ નહિ ચાલતાં પાણી ઠરી

ગયેલુંછે તેનું શું કારણ એ પ્રશ્નો પૂછે તો તમે તેના ઉત્તર આપી શકશો ?

૧૩. તથાપિ એ બનાવો ત્યાં સાધારણ છે, એટલે હમેશ બનેછે, અને તેઓ સંબંધી એ સવાલો છે. એ વિષે તમે વિચાર કરશો તો તમે ધારતા હતા તેમ એના જવાબ ઝટ સૂઝે એમ નથી એવું તમારા લક્ષમાં આવશે. કોઈ વસ્તુ સાધારણ છે તેથી તેમાં કાંઈ શીખવાનું નથી એમ તમારે ધારવું નહિ. વાસ્તવિક એ છે કે લક્ષમાં લેવાજોગ અને જે તમારી મહેનતનો બદલો તમને નહિ આપે એવી કોઈ પણ સાધારણ વસ્તુ દુનિયામાં છેજ નહિ; બધી સાધારણ ચીજે અને સઘળા સાધારણ બનાવો ધ્યાનમાં લેવા જોગ, જ્ઞાનમાં વધારો કરનાર, અને મનોરંજક છે.

૧૪. નીચલાં પાનાંમાં એ સાધારણ વસ્તુઓમાંની કેટલીકની મારી જોડે તપાસ કરવાની હું તમને ભલામણ કરૂંછું. પરંતુ તમારે શીખવાના કેટલાક પાઠ લખવા, અને મોઢે કરવાનાં કેટલાંક મૂળતત્વો જણાવવાં એટલુંજ માત્ર હું ઇચ્છુંછું એમ તમારે સમજવું નહિ. આ લઘુ પુસ્તકમાં અથવા બીજા નાના કે મોટા ગ્રંથોમાં જે કાંઈ પ્રગટ કરેલુંછે તેટલાથીજ તમે સંતોષ ન પામો, અને તમારી પોતાની આંખોનો ઉપયોગ કરી આપણી આ ચમત્કારી દુનિયામાં જે બનાવો બનેછે તેઓની પંડે નિરીક્ષા કરવાની ટેવ તમને પડે તો હું બહુ ખુશી થાઉં. આ આનંદકારી નિરીક્ષાને માટે તમારી આસપાસ પુષ્કળ સાહિત્ય છે. આંખ અને કાન ઉઘાડા રાખીને ફરવામાં જે નિત્ય બનેછે અને જોવામાં આવેછે તેવડે જે જ્ઞાન મેળવી શકાય તેથી જેવી ખરેખરી ગમત ઊપજે તેવી ગમત, રમત, મોજ, શોક, સાહસ, વગેરેને સારૂ નદી, વન, કે ડુંગરાપર જવાથી પડે નહિ. તમારે યાદ રાખવું કે ઘેર કે નિશાળે તમે જે છાપેલી ચોપડીઓ વાંચોછો તે સિવાય સૃષ્ટિરૂપી મહાન્ પુસ્તક છે તેમાં જુવાન કે ઘરડા હરેક માણસને એટલું વાંચવાનું છે કે તે આખો જન્મારો

વાંચ્યા કરે તોએ તેમાંથી જે શીખવાનું છે તે જરાએ ઓછું થાય નહિ.

૧૫. આ મહાન્ પુસ્તક—**વાયુ, પૃથ્વી, અને સાગર**—ને વાંચવાની એટલે નિહાળવાની હું તમને ભલામણ કરૂંછું. આવા આવા બનાવો બનેછે તે જોઈને કે જાણીને અટકવું નહિ. જેમકે નદીમાં પૂર આવેલું તે જોવાને આપણે ગયેલા તેવિષે લઈએ. વાવાઝોડું કે પાણીની રેલ જેવો બનાવ બને ત્યારે તેવિષે કાંઈ ખોળવાનું યત્ન કર્યાવિના રહેવું નહિ. પાછા ઘેર જતાં રસ્તામાં આપણે સવાલ ઊઠાવ્યા હતા તેવા સૃષ્ટિને પૂછવાની ટેવ તમને પડવી જોઈએ. તમારી આસપાસ જે બનાવ બનતા જોવામાં આવે તેનાં કારણો શોધ્યા સિવાય તમારે નિરાંતે બેસવું નહિ. એથી ઘણોજ સાધારણ બનાવ કે નિત્ય જોવામાં આવનારી વસ્તુ મનોરંજક અને ઉપયોગી જ્ઞાન કરનાર માલૂમ પડશે. જ્યાં તમે જશો ત્યાં તમને લક્ષમાં લેવાને કોઈ પણ વસ્તુ મળી આવશે ખરી. આસપાસના દેખાવથી મન રંજન થાય તેમાં એથી ઉમેરો થશે. એમ કરેથી તમારી આંખોનો ઉપયોગ ઉતાવળે અને ખરી રીતે કરતાં આવડશે. આ નિરીક્ષાની ટેવ તમને અત્યંત લાભકારી થઈ પડશે. દુનિયામાં જે ધંધે તમે લાગવાના હો તેમાં એ બહુ કામ આવશે.

૧૬. સૃષ્ટિરૂપી પુસ્તકનાં મુખ્ય અંગો, તેમાં વિશેષે કરીને વાયુ અને પૃથ્વી વિષે કઈ જાતના પ્રશ્નો પૂછવા તે નીચલા પાઠોમાં દર્શાવવાની મારી ઈચ્છા છે. જે વાયુનો આપણે શ્વાસ લઈએ છીએ અને જે પૃથ્વીપર આપણે વશીએ છીએ તેઓ વિષે અને તેઓના સંબંધ વિષે આપણ દરેકે થોડું જાણવું જોઈએ. આપણે પૂર જોવા ગયા ત્યા આકાશમાં વાદળાંની જોડે ઝાડ, ઝૂંપડાં, અને ખેતરાંના પાકના નાશનો સંબંધ જાણ્યો. પૃથ્વી અને વાયુ વચ્ચે જે સંબંધો છે તેમાંનો કાંઈક આપણે ત્યાં શીખ્યા. એ સિવાય બીજા ઘણા સંબંધો તમારે હજુ શોધી કાઢવાના રહ્યા. એ સંબંધોની ખોળ કરવામાં વિદ્યાની જે શાખાને

ભૂતળવિદ્યા કહેછે તેનો તમે અભ્યાસ કરોછો. આ પૃથ્વી અને તેના પૃષ્ઠ ઉપર થતી સર્વે ચેષ્ટાનું વર્ણન ભૂતળવિદ્યામાં આવેછે. તમે એમ ન ધારશો કે એ કામ કઠણ કે અરસિક છે. તમારી આસપાસ જે વિકારો નિરંતર થયાં કરેછે તેઓને ધ્યાન દઈને માત્ર જોવા, અને તેઓના હેતુ અને તેઓના પરસ્પર સંબંધ શોધી કાઢવાનો યત્ન કરવો.

પૃથ્વીની આકૃતિ.

૧૭. પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર જે બનાવો બનેછે તેની નિરીક્ષા કીધા પહેલાં આખી પૃથ્વીના આકારનું જ્ઞાન મેળવવું અને પૃથ્વીને સૂરજ જોડે જે મોટા સંબંધ છે તે જાણવા ઠીક પડશે.

૧૮. જ્યારે તમે કોઈ મોટા સપાટ પ્રદેશના મધ્યમાં ઊભા રહોછો અથવા બહોળો દરિયો જૂઓછો ત્યારે જે પૃથ્વી ઉપર આપણે વશીએ છીએ અને ફરીએ હરીએ છીએ તે જાણે મોટું મેદાન હોય તેમ તમને દેખાયછે, અને આગળ હીંડ્યા જાઓ તો તે મેદાનને છેડે આવી પહોંચો એમ તમને લાગેછે. બાલ્યાવસ્થામાં આવો વિચાર સર્વે કોઈને આવેછે, અને પ્રાચીન કાળમાં બધા મોટી ઉમરના માણસો પણ એમજ માનતા. અહીં વસનારા માણસોના ઉપયોગને સારૂજ સૂરજ અને ચાંદો ઊગેછે અને આથમેછે એવું તેઓ સમજતા; અને બધા તારાવાળા આકાશને ધરતીનું ઢાંકણું જાણી તેને આધારે રહેલો મોટો બિનોરી ઘૂમટ ધારતા.

૧૯. પરંતુ પૃથ્વીને આપણી આંખ સપાટ દેખેછે તેમાં તે ભૂલેછે, અને જે કેવળ સપાટ દેખાયછે તે વાસ્તવિક ગોળાકાર છે, એવું તમે તમારી મેળે સહેલથી સિદ્ધ કરી શકો. હરકોઈ વિશાળ સપાટ પ્રદેશમાં (ગૂજરાતના જિલ્લાઓમાં ઘણેખરે ઠેકાણે છે તેવામાં) ચાર પાંચ મૈલથી વધારે છેટેનાં ઝાડ અને ગામ દેખાતાં નથી. અમદાવાદની થડમાં શાહ આલમનો રોઝો છે ત્યાં ભોંયે ઊભા રહીને જોતાં જેટલે દૂરનાં

ઝાડો વગેરે જણાયછે તેનાથી વધારે દૂરનાં ઝાડો વગેરે તે શે-આના મિનારાની ટોચ ઉપરથી જોતાં જણાયછે. જમીનપરથી જે નહોતાં દેખાતાં તે મિનારાપરથી દેખાવા માંડેછે. પડોશમાં ડુંગર હોય તો તેના મથાળાપરથી એથીએ વધારે આઘેના પદાર્થો દેખાય. માટે જમીનથી જેમ વધારે ઊંચે જશો તેમ વધારે આગળ તમારી નજર પહોંચશે.

૨૦. વળી સમુદ્ર કાંઠાના કોઈ ઊંચા ડુંગરની તળેટીએ ઊભા રહેતાં ઘણે આઘે વહાણના સઢ દેખાયછે એમ ધારો. તે જોઈએ ડુંગરને મથાળે ચઢો તો સઢ દેખાશે એટલુંજ નહિ, પણ આખું વહાણ નજરે પડશે, અને એથીએ વધારે દૂરનાં વહાણો જે કિનારે મુદ્દલ દેખાતાં નહોતાં તેઓ આકાશ અને દરિયાની મળવાની લીટીમાં માત્ર ડાઘા જેવાં કદાચ તમને માલૂમ પડશે.

૨૧. વળી એમ ધારો કે એ ટીંબાની ટોચ ઉપર બેશી થોડીવાર સુધી એ વહાણો ભણી તમે જોયાં કરોછો. તેઓમાંનાં કેટલાંક પ્રથમ એટલાં દૂર હતાં કે ભાગ્યે દેખાતાં તેઓ કદાસ વધારે મોટાં અને સ્પષ્ટ દેખાવા માંડેછે. વહાણના સઢ અને ઢોલની ટોચ હવે દેખી શકોછો; કેટલાક વખતમાં સઢનો બાકીનો ભાગ દેખાયછે, અને છેવટે વહાણનું ખોખું નજરે પડેછે. તમે જેને પૃથ્વીની કોર ધારતા હતા તેપર થઈને એ વહાણો હંકારી આવ્યાં એમ દીસેછે.



આકૃતિ ૧. પૃથ્વીની વાંકાશને લીધે દરિયામાં વહાણ દેખાતાં બંધ પડેછે.

૨૨. એથી ઊલટું જે વહાણો પ્રથમ તમારી પાસે હતાં તેઓ ધીમે ધીમે એજ દૂરની કોરણુ ભણી જશે. તેમનાં ખોખાં દરિયા-

માં જાણે ડૂબી જશે; પછી સઢ દેખાતા બંધ પડશે, અને છેલ્લે તે વહાણોની કોઈ પણ નિશાની દેખાશે નહિ.

૨૩. હવે એ નિરીક્ષા કરવામાં તમને કેટલાંક સત્ય જડ્યાં હશે તેથી સિદ્ધ થાય કે જે ધરતીપર આપણે વશીએ છીએ તે ચપટી નથી, પણ તેનું પૃષ્ઠ વાંકું વળેલુંછે, અથવા બીજા બોલમાં કહીએ તો ગોળક છે. એ રીતે તમારાં ચક્ષુઓનો ઉપયોગ કરવાનું અને જે કાંઈ તમારી દૃષ્ટિએ પડે તેનો હેતુ ખોળી કાઢવાનું કામ કઠણ કે વિરસ લાગશે નહિ; અને તમે નિરીક્ષણ વિદ્યાભ્યાસમાં ખરેખરા પડશો. દરિયામાં વહાણો આવ જા કરેછે તે વેળા તેઓ કેવાં દેખાયછે એ નિહાળોછો ત્યારે તમે **સત્ય** ખોળોછો. એ સત્યોને એકઠાં કરી તેમના સંબંધ અને હેતુ કે અર્થ ખોળી કાઢોછો, અને તેપરથી પૃથ્વીના ગોળત્વનું તમને પ્રમાણ મળેછે ત્યારે તમે **અનુમાન** કરોછો. નિરીક્ષા અને અનુમાનને જોડોછો. એ બેને એમ જોડવાં તેજ **વિદ્યા.**

૨૪. જુઓ ત્યારે એમ તમે નિરીક્ષા કરી સાબીત કરી શકો કે પૃથ્વીના ચપટાપણાવિષે જુની અને જે વગર તજવીજે સ્વાભાવિક લાગે તે ધારણા તદ્દન ખોટી છે; અને દરિયો અને જમીન સપાટ દેખાય તોપણ તેઓ મોટા ગોળાનો માત્ર ભાગ છે. મુંબઈથી વહાણ હંકારો અને પાછા ફર્યા સિવાય તેની તેજ દિશામાં હંકાર્યા જાઓ, તો આખરે તમે પાછા મુંબાઈ આવી પહોચશો. એ રીતે પૃથ્વીની આસપાસ વહાણ હંકારી સિદ્ધ કરી શકો કે પૃથ્વી ગોળ છે. ઘણીવાર એ રીતે થયુંછે. પૃથ્વીની ઘણી પ્રદક્ષિણા કરવામાં આવીછે, અને આપણા દેશમાં જમીન અને સાગરની કોરણ ચોમેર ગોળાકાર દેખાયછે તેવીની તેવીજ એ પ્રદક્ષિણા કરનારાઓના જોવામાં બધે આવીછે; કોઈ ઠેકાણે તેનો અંત આવ્યો નથી.

૨૫. વિશાળ સાગરપર નજર કરો ત્યારે પૃથ્વીનું પૃષ્ઠ ગોળ વાંકાશનો ભાગ છે એમ માનવામાં તમને મુશ્કેલી ન લાગે,

તોપણ ઊંચા પહાડો અને ઊંડી ખીણોવાળા અસમાન પ્રદેશમાં ઊભા રહી ચોતરફ જૂઓ ત્યારે આવું અસમાન પૃષ્ઠ ગોળનો ભાગ શી રીતે હોઇ શકે તે સમજવામાં કદાચ તમને અડચણ લાગશે. પરંતુ ખરૂં જૂઓ તો પૃથ્વી એટલી મોટી છે કે ઊંચામાં ઊંચા પર્વતો પણ તેના પૃષ્ઠ ઉપર મુકાબલે નાના કણ જેટલા માત્ર છે. જ્યાં પૃષ્ઠ સપાટ હોય, જેમકે મોટા મેદાનમાં કે સાગરપર, ત્યાંજ પૃથ્વીના વાસ્તવિક આકાર વિષે આપણાં નેત્રવડે નિર્ણય કરી શકીએ. પરંતુ ઘણાજ ખરબચડા પ્રદેશમાં પણ એ વાંકાશ હોયછે, પણ ત્યાંના ઊંચાણ નીચાણને લીધે આપણે તે દેખી શકતા નથી.

૨૬. પરંતુ એ વાંકાશ બહુજ થોડી છે. દરિયામાં વહાણો



આકૃતિ ૨. સૂર્યમાંથી જોતાં પૃથ્વી અને ચંદ્રનો દેખાવ.

ઘણા મેલ જાયછે ત્યારે દેખાતાં નથી. એ વાંકાશ એટલી થોડી છે તેપરથી એમ જણાયછે કે જે ગોળ કે વૃત્તનો તે ભાગ છે તે

ઘણો મોટો હોવો જોઈએ. એ વૃત્તનું એટલે કુંડાળાનું માપ ખગોળવેત્તાઓએ કાઢ્યુંછે તે પરથી તે વૃત્ત એટલું મોટું જણાયુંછે કે આગગાડી દર કલાકે ત્રીસ મેલને વેગે અટક્યાવિના પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરે તો એ પ્રદક્ષિણા પૂરી કરવાને એક મહિના કરતાં વધારે કાળ લાગશે.

રાત્રિ દિવસ.

૨૭. તમને સાંભરતું હોય ત્યારથી દરરોજ તમે સૂર્યને આકાશમાં ફરતો દેખોછો. વાદળાં વગરની નિર્મળ રાત્રે તમે ચંદ્ર અને તારાને ગગનમાં ધીમે ધીમે ગમન કરતા જૂઓછો. આવતા કાલે સૂર્ય ફરી ઊગશે અને પાછલાં વર્ષોમાં તેણે જેવું ભ્રમણ કર્યુંછે તેવું ભ્રમણ તે હવે પછી વરસોવરસ કર્યા જશે, એ વિષે તમને જેટલી ખાતરી છે તેના કરતાં વધારે ખાતરી બીજા કોઈ વિષે થઈ શકશે નહિ. તમારા દીઠામાં આવ્યુંછે કે પૃથ્વીની આસપાસના સર્વ પદાર્થો સદા નિયમિત અને ધીમી ગતિ કરતા દેખાયછે. આ ગતિનું શું કારણ હશે એવો સવાલ મનમાં ઊઠી તમને કદી આશ્ચર્ય લાગ્યુંછે ?

૨૮. તડકો પડ્યો હોયછે ત્યારે તાપ લાગેછે; આકાશ વાદળાંથી છવાઈ ગયેલું હોયછે ત્યારે ઓછો તાપ લાગેછે; અને રાત્રે સૂરજનો પ્રકાશ બિલકુલ હોતો નથી ત્યારે શીતળ લાગેછે. વળી દહાડે આકાશમાં અજવાળું હોયછે અને સૂરજ આથમેછે ત્યારે અંધારૂં થાયછે. એપરથી તમે જૂઓછો કે પ્રકાશ અને ઉષ્ણતાનો આધાર સૂર્યપર છે. એ સ્પષ્ટ છે કે પૃથ્વી અને સૂર્યના સંબંધનું થોડુંક પણ જ્ઞાન થયા સિવાય જે બનાવો પૃથ્વીપર બનેછે તે આપણે યથાસ્થિત સમજી શકીશું નહિ.

૨૯. પ્રાચીન કાળના માણસોની જે ધારણા હતી તેવી કદાચ તમારી પહેલી ધારણા હશે. તેઓ માનતા કે વિશ્વનું સ્થિર મધ્યબિંદુ પૃથ્વી છે અને તેની આસપાસ સૂર્ય, ચંદ્ર, અને તારા હમેશ ફર્યા કરેછે. પૃથ્વીની આસપાસ એ આ-

કાશી પદાર્થો ગતિ કરેછે એ વાત આપણે માનતા હોઇએ તેની પેઠે અદ્યાપિ તેમના ઉદયાસ્તવિષે બોલીએ છીએ.

૩૦. પરંતુ બ્રહ્માંડનું મધ્યબિંદુ નહિ હોતાં જે આકાશી પદાર્થો સૂર્યની આસપાસ નિરંતર ભ્રમણ કરેછે તેમાંનો પૃથ્વી ખરૂં જોતાં માત્ર એક પદાર્થ છે. સૂરજ એ મધ્યમાં મોટો ઉગ્ણ ગોળો છે, ને તેવડે આપણી ધરતીને અજવાળું અને ગરમી મળેછે. તેની આસપાસ પૃથ્વી નિરંતર ભ્રમણ કરેછે.

૩૧. સૂર્યની ગતિને લીધે રાત્રિ દિવસ અનુક્રમે થાયછે એવું ભાસેછે, પરંતુ વાસ્તવિક કહીએ તો પૃથ્વીના ભ્રમણને લીધે તેઓ થયાં કરેછે. એનું તમને દૃષ્ટાંત કહું. ભમરડાને બહુજ ઝડપથી ફેરવશો તો થોડીવાર તે આર ઉપર સ્થિર દેખાશે, પરંતુ વસ્તુતઃ તે ઘણીજ ત્વરાથી ફરેછે. આરની છેક નીચલી અણીથી તે ભમરડાની ઊપલી ટોચ સુધી સીધી લીટી દોરેલી ધારો. આ મધ્ય રેખાની આસપાસ ભમરડાનો દરેક ભાગ ફરેછે. એ લીટીને ભ્રમણની ધરી કહેછે. એજ રીતે પૃથ્વી તેની ધરીપર ઉતાવળી ગતિ કરેછે.

૩૨. વળી નિશાળોમાં પૃથ્વીના ગોળા હોયછે તેવો એક ગોળો લઇ તેનાથી થોડાક ફૂટને છેટે પીતળના વૃત્તની લીટીમાં દીવો મૂકો. એ ગોળો તેની ધરીપર ફેરવી શકાય તેવો છે. સ્થિર રાખો કે ફેરવો, પણ દીવા તરફની તેની અડધી બાજૂપર પ્રકાશ પડશે અને સામેની અડધી બાજાપર અંધારૂં રહેછે. જેમ જેમ તમે એ ગોળાને ફેરવતા જાઓછો તેમ તેમ દરેક સ્થળ અનુક્રમે દીવાના પ્રકાશ ભણી આવેછે અને પાછું છાયામાં જાયછે; અને દીવાને ખસેડશો નહિ ત્યાંસુધી ગોળાના ભ્રમણને લીધે તેના પૃષ્ઠનો દરેક ભાગ વારાફરતી અજવાળામાં અને અંધારામાં આવ્યાં કરશે.

૩૩. આ નાના ગોળાને બદલે આપણી પૃથ્વી લેશો અને નાના દીવાને બદલે મોટો સૂરજ ધારશો તો ધરીપર પૃથ્વીના

ભ્રમણને લીધે દરેક દેશમાં પ્રકાશ અને અંધારૂં કેવી રીતે થાયછે તે તમારાથી સમજાશે.

૩૪. જે ધરીની આસપાસ પૃથ્વી ફરેછે તે ધરી ખરેખરો સળીઓ છે અને પૃથ્વીની આરપાર તે સળીઓ જાયછે એમ તમારે કદી ધારવું નહિ. એ ધરી માત્ર કલ્પિત લીટી છે, અને જે બે સામસામેનાં બિંદુએ તે લીટી પૃથ્વીના પૃષ્ઠને મળેછે તેઓનાં નામ ઉત્તર ધ્રુવ અને દક્ષિણ ધ્રુવ પાડેલાંછે. ખરેખરા દેખાઈતા પદાર્થની ધરી હોત તો એ બે બિંદુમાં તે સળીઆના છેડા બહાર નીકળત. શાળોપયોગી પૃથ્વીનો ગોળો જે બે અણીઓને આધારે રહેલોછે તેઓ ધ્રુવને ઠામે છે.

૩૫. આ ધરીની આસપાસ ચોવીસ કલાકમાં પૃથ્વી એક આંટો ફરેછે. એ ચોવીસે કલાકમાં સૂરજ આકાશમાં સ્થિર રહી પ્રકાશમાન હોયછે. પરંતુ પૃથ્વીનું જે પાસું જે સમયે તેની સામે હોયછે તે વેળા તેપર માત્ર તેનો પ્રકાશ પડેછે. પૃથ્વીના ગોળાને દીવાની સામે મુકયો તેવારે જેમ તેજસ્વી અને નિસ્તેજ બાજૂઓ હતી તેમજ અહીં પણ એક અજવાળાવાળી અને એક અંધારાવાળી બાજૂ સદા હોવી જોઈએ. હવે તમારા સમજવાનાં ઝટ આવશે કે પૃથ્વીને ગતિ ન હોત તો તેના અડધા પૃષ્ઠપર કદી પ્રકાશ પડત નહિ, અને અડધા પૃષ્ઠપર કદી અંધારૂં થાત નહિ. પરંતુ તે ગતિમાં છે માટે દરેક ભાગપર વારાફરતી અજવાળું અને અંધારૂં પડેછે. સૂર્યનો પ્રકાશ હોયછે ત્યારે દિવસ અને અંધારૂં હોયછે ત્યારે રાત્રિ થાયછે.

૩૬. સૂરજ નિત્ય પૂર્વથી પશ્ચિમમાં જતો દેખાયછે. પૃથ્વીની વાસ્તવિક ગતિ એથી છેક ઊલટી એટલે પશ્ચિમથી પૂર્વમાં છે. સવારે સૂરજના પ્રકાશમાં પેશીએ છીએ. તે પ્રથમ પૂર્વમાં દેખાયછે. ધીમે ધીમે આકાશમાં ઊંચે ચડતો જઈ સૂર્ય મધ્યાન્હે છેક આપણા માથાપર આવેછે; અને જેમ જેમ પૃથ્વીના નિરંતર ભ્રમણને લીધે આપણે ફરીને અંધારા ભણી જઈએ છીએ તેમ તેમ તે પાછો પશ્ચિમમાં હળવે હળવે ઊતરી

અસ્ત પામેછે. ચાંદરણીઓ એક પછી એક ઊગેછે અને આથમેછે, અને છેવટે બીજે દિવસે સૂર્યના પ્રકાશમાં તેમનું અલ્પ તેજ હોલવાઈ જાયછે તેપરથી રાત્રે પણ પૃથ્વીની ગતિનું જ્ઞાન મેળવી શકીએ.

૩૭. પૃથ્વી તેની ધરીપર ફરેછે તેની જોડે સૂરજની આસપાસ પણ ફરેછે. આ ગતિને પૃથ્વીની પોતીકી કક્ષામાં પ્રદક્ષિણા કે વાર્ષિક ગતિ ' કહેછે. સૂર્યની આસપાસ એક ફેરો ફરી રહેતાં એટલું મોટું વૃત્ત દોરાયછે કે એક સેકંડે લગભગ ઓગણીસ મૈલનો વેગ છતાં પણ તે વૃત્તમાં ફરી રહેતાં પૃથ્વીને ૩૬૫.દિવસથી કાંઈક વધારે કાળ લાગેછે.

૩૮. પૃથ્વીની દૈનિક ગતિથી દહાડો અને રાત થાયછે અને વાર્ષિકગતિ પરથી વરસો ગણવામાં આવેછે. માટે પૃથ્વી એ આપણું મોટું કાળમાન કે ઘડીઆળ છે.

વાયુ.

૧. વાયુ શાનો બન્યોછે?

૩૯. ધ્યાન દઈને આસપાસ જોતાં વાયુપર આપણું લક્ષ પહેલું જવું જોઈએ. આપણે વાને દેખતા નથી, તોપણ જ્યાં જઈએ ત્યાં એ હોયછે. કોઈ વેળા મંદ લહેર વાયછે અને કોઈ વેળા ભારે વાવંટોળ થાયછે. આ વાયુ શી વસ્તુ છે?

૪૦. એ અદૃશ્ય છે, તથાપિ વાસ્તવિક પદાર્થ છે. તમે તમારો હાથ ઊંચો નીચો ઝડપથી હલાવોછો ત્યારે વાને લીધે તમારા હાથને પ્રતિરોધ થતો તમને લાગેછે. વા એવો પદાર્થ છે કે તે તમને લાગી શકેછે, પરંતુ તમે તેને જોઈ શકતા નથી. દરેક ક્ષણે તમે તેનો શ્વાસ લોછો. આખી પૃથ્વીને તે પૂર્ણ રીતે વીંટલાયલોછે. માટે તેનાથી તમે વેગળા જઈ શકશો નહિ. વાના આ બહારના આવરણ એટલે ઢાંકણને વાતાવરણ કહેછે.

૪૧. રસાયનશાસ્ત્રના પ્રથમ પુસ્તકમાં (કલમ ૯) જે પ્ર-

યોગો સમજાવ્યાછે તેપરથી તમે જોશો કે સાધારણ વા અમિશ્ર પદાર્થ નથી, પરંતુ નૈત્રોજન અને ઑક્સિજન નામે બે અદૃશ્ય વાયુનું મિશ્રણ છે. પરંતુ આ બે મુખ્ય અંગ સિવાય બીજા પદાર્થો પણ થોડા થોડા તેમાં ભળેલાછે; એમાંના કેટલાક અદૃશ્ય છે અને કેટલાક દૃશ્ય છે. ઓરડાનાં બારી બારણાં વાસી તરડ કે ઝીણા કાણામાંથી તડકો અંદર આવેછે ત્યારે રજનળિયું બનેછે. એ રજનળીઆવડે વાયુમાંના દૃશ્ય રજકણો દેખાશે. ધૂળની સેંકડો બારીક રજ તડકામાં જતી આવતી જણાશે. એ કણ આસપાસના અંધારાને લીધે થોડા તડકામાં દેખાયછે. પણ મસ અજવાળામાં દેખાતા નથી. પરંતુ હવાનાં અદૃશ્ય અંગભૂતોજ અતિ અગત્યનાં છે ; એમાંનાં પાણીની વરાળ અને કાર્બોનિક આસિડ ગ્યાસ એ બે તમારે ખસૂસ યાદ રાખવાં. એમને ઓળખવાની અગત્ય તમારા જોવામાં ઝટ આવશે.

૪૨. કહો વારૂ, પાણીની વરાળ તે શું હશે ? નાળચાવાળી દેગડીમાં પાણી ઊકળેછે ત્યારે જે બનાવ બનેછે તે નિહાળશો તો એના ગુણ સમજાશે. નાળચામાંથી ધોળા વાદળનો પ્રવાહ બહાર વામાં ચાલ્યો આવેછે. તે અટકતો નથી; તેનો જેટલો ભાગ બહાર આવેછે તેટલો કોણ જાણે કેમ દેખાતો બંધ પડેછે. પણ જેવો તે અદૃશ્ય થાયછે તેવોજ દેગડીમાંથી નવો નીકળેછે. દેગડીમાંનું પાણી ઓછું થતું જાયછે, અને તેમાં બીજું પાણી નહિ રેડો તો આખરે તેમાંનું પાણી બળી જઈ દેગડી છેક કોરી પડી જશે. એ સઘળા પાણીનું શું થયું ? તમે એની વરાળ બનાવી. કોઈ પણ પ્રકારે તેનો નાશ થયો નથી, પરંતુ તેનું માત્ર રૂપાંતર થયું. પ્રવાહીરૂપ હતું તે બદલાઈ વાયુરૂપ થયું અને વામાં મળી ગયું.

૪૩. વામાં સદા થોડી ઘણી વરાળ હોયછે, પરંતુ વરાળ રૂપ અદૃશ્ય હોવાથી તે રૂપમાં હોય ત્યાંસુધી આપણે તેને દેખતા નથી. એ વરાળનાં વાદળાં, ઝાકળ, વરસાદ, અને બરફ બને-

છે. વામાંથી વરાળ કહાડી નાંખી હોય તો જમીનપરનો દરેક પદાર્થ સૂકાઈ જાય અને કોઈથી જીવી શકાય નહિ. તમારી આસપાસ દરરોજ જે ફેરફારો થાયછે તેવિષે જેમ જેમ વધારે વધારે શીખતા જશો તેમ તેમ તમારા જાણવામાં આવશે, કે તે કરવામાં વરાળ મોટો કારક છે.

૪૪. વાતાવરણનાં અદૃશ્ય અંગભૂતોમાંનો એક કાર્બોનિક આસિડ ગ્યાસ એટલે કાર્બોન વાયુ છે. વાતાવરણમાં હજાર ભાગે માત્ર ચાર ભાગ કરતાં એનો અંશ વધારે નથી. તોપણ તે તેનું અગત્યનું અંગભૂત છે. તમારા જાણવામાં આવશે કે વાયુમાં કાર્બોનિક આસિડ ગ્યાસ છે તેમાં પૃથ્વીપરની સઘળી વનસ્પતિને લગભગ તમામ ઘનસત્વ મળેછે, ત્યારે તેની અગત્યતા તમારા લક્ષમાં ઊતરશે (રસાયનશાસ્ત્રના પ્રથમ પુસ્તકની ૧૧ મી કલમ જુઓ). કોઈ છોડ સૂકાઈ (કે મરી) જઈ સડી જાયછે ત્યારે તેમાંનો કાર્બોનિક આસિડ વામાં પાછો ભળી જાયછે. પ્રાણીઓ પુષ્કળ વનસ્પતિ ખાયછે તેથી તેમનાં શરીરનું બંધારણ થાયછે. પ્રાણીઓ કાર્બોનિક આસિડ ગ્યાસ શ્વાસમાં બહાર કહાડેછે, અને તેઓ મરી જાયછે અને તેમનાં શરીર ક્ષય પામેછે ત્યારે તેજ પદાર્થ (કાર્બોનિક આસિડ ગ્યાસ) ફરીને વાતાવરણમાં ભળી જાયછે. માટે વામાં જે કાર્બોનિક આસિડ ગ્યાસ રહેલોછે તે વનસ્પતિ અને પ્રાણી બેઉનાં બંધારણ થવામાં કામ આવેછે, અને એ સજીવ વસ્તુઓમાંથી ચૈતન્ય જતું રહેછે ત્યારે તે પાછો વામાં ભળી જાયછે. પ્રાણી અને વનસ્પતિવર્ગની તથા વાની વચ્ચે એ પદાર્થની નિરંતર આવ જા થયાં કરેછે (રસાયનશાસ્ત્રના પ્રથમ પુસ્તકની ૧૩ મી કલમ જુઓ.)

૨. વાની ઉષ્ણતા અને શીતળતા.

૪૫. તમને ખબર છે કે તમે વા જોઈ શકતા નથી, તોપણ તે ગતિમાં હોયછે ત્યારે તે તમને ઝટ લાગેછે. પરંતુ વા સ્થિર

હોય ત્યારે પણ બીજી રીતે એટલે તેના ઉષ્ણમાનવડે તે લાગી શકેછે (પદાર્થવિજ્ઞાનના પ્રથમ પુસ્તકની ૫૨ મી કલમ જુઓ). કારણ કે સાધારણ દૃશ્ય પદાર્થોની પેઠે વા ગરમ અને ઠંડો થઈ શકેછે.

૪૬. હરકોઈ મકાનમાં જે બનાવ બનેછે તેપરથી વાની ઉષ્ણતા અને શીતળતા બેશ સમજાયછે. પવન બંધ પડેલો હોય તે વેળા શિયાળામાં ગરમ ઓરડામાંથી ખુલ્લી હવામાં જશો તો તમને ટાઢ વાશે. આ ટાઢ ક્યાંથી આવેછે ? તમે દેખી શકો એવી વસ્તુમાંથી તે આવતી નથી. કેમકે તમે શીતળ જમીનપર ઊભા રહોછો, તોપણ તમારા પગનું જોડાવડે રક્ષણ થવાથી ટાઢ લાગતી નથી. એ તો વાજ ઠંડો છે; તે તમારી આસપાસ વીંટલાઈ વળેલોછે અને તમારા શરીરની ઉષ્ણતા ચોરી લેછે; વળી તમારી ચામડીમાંથી ઉષ્ણતા નીકળી જઈ વામાં મળેછે (પદાર્થવિજ્ઞાનના પ્રથમ પુસ્તકની ૬૭ મી કલમ જુઓ.) ટાઢ હોય ત્યારે ખુલ્લી હવામાં થોડીવાર ઊભા રહી ગરમ ઓરડામાં પાછા પેશશો તો એથી ઊલટું થશે. તમને ઉષ્ણતા લાગશે. એ સમે પણ કોઈ દૃશ્ય પદાર્થમાંથી એ ઉષ્ણતા આવતી નથી, પરંતુ જે અદૃશ્ય વા કે હવા તમારી ચામડીના દરેક ભાગને સ્પર્શ કરેછે અને જેની ગરમી તમે એ વેળા ચોરી લોછો તેમાંથી આવેછે.

૪૭. ત્યારે હવા કોઈવાર ઊની અને કોઈવાર ટાઢી હોયછે, તથાપિ તે બિલકુલ અદૃશ્ય રહેછે. ઉષ્ણતામાપક યંત્ર, (એવિષે પદાર્થવિજ્ઞાનના પ્રથમ પુસ્તકની ૫૨ મી કલમમાં સમજૂતી આપીછે) વડે ઉષ્ણતા અને શીતળતાના જૂજ વિકારોનું પણ આપણે માપ કરી શકીએ છીએ. એ વિકારો અતિશય લાગણીવાળી ચામડી પણ પારખી શકતી નથી.

૪૮. હવે વાતાવરણ એક વેળા ગરમ અને બીજી વેળા ઠંડું હોયછે તેનું કારણ શું ? ઉષ્ણતા ક્યાંથી આવેછે ? અને એ ઉષ્ણતાનું શોષણ વા શી રીતે કરેછે ?

૪૯. ઘરના દૃષ્ટાંતપર આપણે પાછા જઈએ. શીઆળામાં

બહારનો વા હાડકાં કોરે એવો ઠંડો હોયછે ત્યારે ઘરની અંદરનો વા ગરમ અને ખુશકારક હોયછે, કેમકે તેમાં સગડી અને ચૂલા સળગાવી રાખવામાં આવેછે. કોયલા અને લાકડાં બળવાથી ગરમી પેદા થાયછે તેણે કરીને વા ગરમ થાયછે. ઘરમાંના વામાં બહારના વાથી ગરમી વધારે છે તેનું કારણ એ કે ત્યાં બળતા પદાર્થમાંથી ગરમી નીકળેછે.

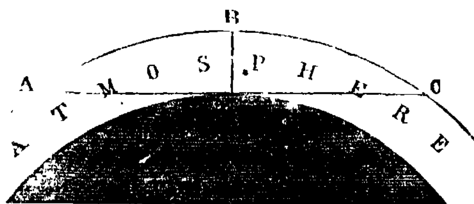
૫૦. ઉષ્ણ પદાર્થમાંથી જે ગરમી નીકળેછે તેને લીધેજ બહારનો વા ગરમ થાયછે. ઊનાળામાં બહુ તાપ પડેછે તેનું કારણ એજ છે. એ સઘળી ગરમી સૂરજમાંથી આવેછે. તે મહા પ્રચંડ તપેલો ગોળો છે, ને તેમાંથી નીકળી સઘળી દિશામાં ઉષ્ણતા સદા પ્રસરેછે.

૫૧. પરંતુ સૂર્યમાંથી પૃથ્વીપર હમેશ ઉષ્ણતા આવેછે ત્યારે કોઈવાર હવા ઠંડી હોયછે તેનું શું કારણ? તમારી અને બળતી સગડીની વચ્ચે પડદો રાખશો તો તેમાંથી આવતી ગરમી થોડીક ઓછી થયેલી તમને ઝટ લાગશે. તડકો પડ્યો હોય તેવારે થોડીવાર તમારો હાથ તેમાં ખુલ્લો રાખો, અને પછી સૂરજ અને તમારા હાથની વચ્ચે ચોપડી ધરો. પહેલાં તો તમારા હાથની ચામડી ઊની થશે, પણ છાયામાં હાથ રાખ્યો એટલે પાછી ટાઢી પડશે. સૂરજમાંથી આવી તમારા હાથપર જે ગરમી પ્રત્યક્ષ પડતી હતી તેને ચોપડીએ વચમાં આવી ખાળી. સૂરજના તાપને આપણા ભણી આવતાં અટકાવનાર કોઈ વસ્તુ આડે આવેછે ત્યારે વાતાવરણ શીતળ થાયછે.

૫૨. સૂરજના તાપને વાદળાં રોકેછે. તડકો પડ્યો હોય તેવામાં સૂરજ અને પૃથ્વીની વચ્ચે વાદળાં આવેછે ત્યારે ગરમી ઓછી લાગેછે, અને વાદળાં ખસી જઈ પાછો તડકો પડેછે કે તરતજ આગળ જેટલો તાપ લાગેછે.

૫૩. સૂર્યની કેટલીક ઉષ્ણતાનું તો વાયુ શોષણ કરેછે, અને જે વામાં થઈને એ ઉષ્ણતા આવે તે વાની ઊંડાઈ જેમ વધારે તેમ તેનું શોષણ વધારે. એ સિવાય ઉષ્ણવાનાં કિરણ જેમ

ત્રાંસાં હોય તેમ તેઓ નિર્બળ હોયછે. ઉદાહરણ, બપોરે સૂરજ આકાશમાં ઊંચો હોયછે. એ વેળા તેનાં કિરણ (ત્રીજી આકૃતિમાં B આગળ બતાવ્યા પ્રમાણે) ઓછામાં ઓછાં ત્રાંસાં હોયછે, અને વળી વાતાવરણની થોડામાં થોડી ઘાડાઈમાં થ-



આકૃતિ ૩—સૂર્યનો તાપ મટાડવામાં જુદી જુદી જાડાઈના વાતાવરણની અસર. A. સવારે સૂર્યનાં કિરણની લીટી. B. બપોરે કિરણની લીટી. C. સૂર્યાસ્તે કિરણની લીટી.

ઇને આવેછે. બપોર પછી તે નીચો ઊતરતો જાયછે તેમ તેમ તેનાં કિરણ વધારે વધારે ત્રાંસાં થતાં જાયછે અને વળી વાતાવરણની વધતી જતી જાડાઈમાં થઈ આવેછે (ત્રીજી આકૃતિમાં C આગળ બતાવ્યા પ્રમાણે). એ કારણથી સવાર સાંજ કરતાં બપોરે વધારે તાપ લાગેછે.

૫૪. રાત્રે સૂરજનું અજવાળું ન હોવાથી છાયામાં રહેલા પૃથ્વીના ભાગપર તેનો તાપ પ્રત્યક્ષ પડતો નથી. એ ભાગપર તેનો તાપ પડતો નથી એટલુંજ નહિ, પણ વળી તે ભાગમાંની ગરમી નીકળી શીતળ આકાશમાં જાયછે (૫૮ મી કલમ જુઓ). માટે દહાડા કરતાં રાતે ઓછો તાપ હોયછે ને વધારે ટાઢ હોયછે.

૫૫. વળી આ દેશમાં શિયાળા કરતાં ઊનાળામાં સૂર્ય બપોરે આકાશમાં વધારે ઊંચો કે લગભગ માથાપર હોયછે. તેનો તાપ ઓછો ત્રાંસો આવેછે અને વાતાવરણની ઓછી ઊંડાઈમાં થઈને આવેછે તેથી શિયાળા કરતાં ઊનાળામાં વધારે તાપ લાગેછે. શિયાળામાં તો બપોરે પણ સૂરજ છેક માથાપર આવતો નથી.

૫૬. એ પરથી સ્પષ્ટ દેખાયછે કે આપણને સૂરજમાંથી ગરમી મળેછે, અને આપણી અને તેની વચ્ચે કોઈ વસ્તુ આડે આવેછે ત્યારે ઓછો તાપ લાગેછે અને ઠંડક થાયછે.

૫૭. તોપણ એકલા સૂર્યના પ્રત્યક્ષ તાપ ઉપર આપણી ગરમીનો આધાર હોય તો સૂર્યપ્રકાશ રહે તેટલીજ વેળા તાપ લાગે. વાદળાં હોય તે દિવસે અતિશે ટાઢ વાય, અને રાત્રે તો રોજ હિમ પડે. પરંતુ એમ થતું નથી. વાદળાં હોયછે તે દહાડે પણ તાપ લાગેછે; અને બારે માસ રાતે ટાઢ વાતી નથી એ તમે જાણોછો. સૂરજની ઉષ્ણતા ભરી રાખવાની કોઈ યુક્તિ હોવી જોઈએ કે તેનો પ્રકાશ ન હોય ત્યારે પણ આપણે તેમાંથી લેઈ શકીએ.

૫૮. આગળના જેવું એક ઉદાહરણ લઈએ. પાટલાને બળતા ચૂલા આગળ ઊભો કરશો કે સળગેલી સગડી ઉપર તવો મુકશો તો તે એટલો ઊનો થઈ જશે કે તમે તેને ભાગ્યે અડકી શકશો. એ તપેલા પાટલાને કે તવાને ઓરડામાં દૂર લઈ જશો તો તે ઝટ ટાઢો પડી જશે. એમ ચૂલાની કે સગડીની કાંઈક ગરમી પાટલાએ કે તવાએ શોષી અને પછી પાછી બહાર કહાડી.

૫૯. એ રીતે ઊનાળામાં જમીન તપેછે; પૃથ્વીના કોઈ ભાગોમાં તો વરસમાં કેટલાક માસ જમીન એટલી તપી જાયછે કે તેપર પગ મૂકી શકાય નહિ. જમીન અને પથરા ગરમીનું શોષણ ઝટ કરેછે, અર્થાત્ ઝટ તપી જાયછે, અને ઝટ ઠંડા પડી જાયછે. સૂર્યના તાપને લીધે તેઓ તપેછે ત્યારે તેમના સંસર્ગથી વા ઊનો થાયછે, અને તેઓનાથી વધારે વાર ગરમીને રોકી રાખેછે, તેથી ઠંડા દેશોમાં પણ રાતે જમીન અને પથરા બરફ જેવા ટાઢા થાયછે ત્યારે જરાક ઊંચેની હવા એટલી ઠંડી હોતી નથી. એથી ઊલટું ભોંય તળિયું ઠંડું હોયછે ત્યારે તેને લાગેલી હવાને તે ટાઢી કરેછે. જમીન ગરમીને ઝટ નીકળી જવા દેછે, તેથી ઘણી ગરમી રાતે પૃથ્વીમાંથી ની-

કળી તારાવાળા શીઘ્ર આકાશમાં જાયછે. પરંતુ વાતાવરણમાં પુષ્કળ પાણીની વરાળ (કલમ ૪૩) છે તે એ ગરમીના કેટલાક ભાગનું શોષણ કરતી ન હોત તો ઘણી વધારે ગરમી એમ નીકળી જાત. ઊડી જતી ઉષ્ણતાને વરાળ રોકેછે. જે દેશોના વાયુમાં વધારે ભેજ હોયછે તે દેશોમાં રાતે જેટલી ટાઢક લાગેછે તેના કરતાં જે દેશોની હવામાં ઓછી વરાળ હોયછે ત્યાં થોડી ટાઢ જણાયછે, તેનું કારણ એજ છે. ગરમ દેશોનો વા વધારે સૂકા હોયછે, એટલે તેમાં વરાળ ઓછી હોયછે. માટે ત્યાં રાતની વેળાએ મુકાબલે ઓછો તાપ હોયછે. એજપ્રમાણે વાદળાં ગરમીને જતી અટકાવેછે; માટેજ શિયાળામાં નિર્મળ રાત્રિ કરતાં વાદળાંવાળી રાત્રિએ ઓછી ટાઢ વાયછે, અને ઊનાળામાં ઘામ વધારે હોયછે.

૬૦. માટે પૃથ્વીના પૃષ્ઠના ગરમ કે ઠંડા ભાગપર વાતાવરણ હોયછે તે પ્રમાણે તે ઉષ્ણ કે શીતળ હોયછે; અને પોતાનામાં રહેલી પાણીની વરાળથી એ ગરમીને ખેંચી લઈને રાખેછે અને પ્રસારેછે. એમ થતું ન હોત તો પૃથ્વીપર કેટલીક વખત અતિશે તાપ અને કેટલીક વખત બેહદ ટાઢ પડત.

૩. વા ગરમ થાયછે અથવા ટાઢો પડેછે ત્યારે શું બનેછે—પવન કે વાયરો.

૬૧. ઊના પૃષ્ઠને અડનાર વા ઊનો થાયછે; ટાઢા પૃષ્ઠને અડનાર વા ટાઢો થાયછે. વાના ઉષ્ણમાનની ભિન્નતા ઉપર એટલે તે ઓછો કે વધારે તપે તે ઉપર પવન કે વાયરાની ઉત્પત્તિ વગેરેનો આધાર છે.

૬૨. ટાઢા વા કરતાં ગરમ વા હલકો હોયછે. ઉષ્ણતાથી પદાર્થો ફૂલેછે એ તમે શીખી ગયા (પદાર્થવિજ્ઞાનના. પ્રથમ પુસ્તકની કલમ ૪૯). તાપથી વાના એ પ્રમાણે ફૂલવાથી એટલે તેના રજકણોની વચ્ચેનો અંતર વધવાથી ટાઢા વા કરતાં

તે ઓછો ઘાડો એટલે ઓછો ભારે થાયછે. શીતળ વાયુના રજકણ એક એકની વધારે પાસે હોયછે. ઘાડાઈની આ ભિન્નતાનું પરિણામ એ થાયછે કે હલકો ઊનો વા ઊંચે ચઢેછે, અને ભારે ટાઢો વા નીચે બેસેછે. આ બિના પ્રયોગવડે તમે ઝટ સમજી શકશો. તવેથો લેઈ તેનું ચપટું પત્રું લાલચોળ થાય ત્યાંસૂધી દેવતામાં તપાવો. પછી તેને બહાર કહાડી તપેલા પૃષ્ઠથી થોડા ઇંચને છેટે છેક પાતળા કાગળના કે બીજી કોઈ હલકી વસ્તુના નાના પાતળા કડકા ધરશો તો તેઓ તુરત વામાં ઊડી જશે. એમ થવાનું કારણ એ છે કે એ તવેથાનો ગરમ થયેલો વા ઊંચે ચઢેછે અને તેની જગ્યાએ ટાઢો વા આવેછે, ને ગરમ થાયછે એટલે તે પણ ઊંચે ચઢેછે. જેમ જેમ એ તવેથો ટાઢો પડેછે, તેમ તેમ વાના ઊપલા પ્રવાહનું જોર નરમ પડેછે અને આખરે તેનું અને આસપાસના વાનું ઉષ્ણમાન સરખું થાયછે ત્યારે તે પ્રવાહ બંધ પડેછે.

૬૩. એજ મૂળતત્ત્વના આધારે ઇંગ્લાંદમાં ચૂલા બનાવેછે. તેને મથાળેથી દેવતા સળગાવતા નથી, કેમકે તેમ કીધાથી નીચેથી જોઈએ તેટલો પવન આવી શકતો નથી માટે તે બુજાઈ જવાનો સંભવ છે. ભીંતમાં ભોંયતળીએ મોટા ગોખ હોયછે તેમાં કાંઈક ઊંચે કાકડો કે દેવતા મૂકેછે; એની ઉપર ધૂમાડીઉં હોયછે. સળગવા માંડેછે કે તુરત તે ઉપરનો વા તપી ઊંચે ચઢવા માંડેછે, અને તેની જગ્યાએ ઓરડામાંનો ટાઢો વા ધૂસેછે. સળગેલા કોયલાની[1] ઉપરની હવા વધારે ગરમ અને હલકી થઈ ધૂમાડાને અને ગ્યાસોને સાથે લઈ ધૂમાડીઆને[2] રસ્તે તે ઊંચે જાયછે. બેસવા સૂવાના ઓરડામાં પણ એવા ચૂલા સળગાવવાની એ દેશમાં શિયાળામાં જરૂર પડેછે. એ તાપણું ખુશકારક લાગેછે, તોપણ તેમાંથી નીકળતી સઘ-

૧. એ દેશમાં લાકડાંને ઠેકાણે ખનિજ કોયલા (કોલસા) બાળેછે.

૨. ચૂલાના ગોખને ઊપલે પાસે મધ્યમાં ધૂમાડો જવાનો નળ હોયછે તે વાટે તે આકાશમાં જાયછે.

ળી ગરમી ઓરડામાં હોનારા માણસોને લાગતી નથી એ તમે જાણતા હશો. ઘણી ઉષ્ણતા તો ધૂમાડીઆમાં થઈને ઉપર આકાશમાં જાયછે; જતાં દીવાલોને ગરમ કરેછે, ને ઊપરાંત વધે તે નીકળી જઈ બહારના વાને ગરમ કરેછે.

૬૪. એમ જે નાનો બનાવ ઘરમાં બનેછે તેવોજ બનાવ મોટા પાયાપર આખી પૃથ્વી ઉપર બનેછે. ૫૦ મી કલમમાં તમે વાંચી ગયા કે પૃથ્વીને જે ઉષ્ણતા અને પ્રકાશ મળેછે તેનું મોટું મૂળ સૂરજ છે. વામાં થઈને સૂરજનો તાપ આવેછે ત્યારે તેથી વા થોડોજ ગરમ થાયછે. ઉષ્ણતા વામાંથી આવી પૃથ્વીના પૃષ્ઠને ગરમ કરેછે. તમને ખબર છે કે ઊનાળાનો તડકો માથાપર પડે તો દઝાય એટલો ઊનો હોયછે, પણ તડકો જાતે સ્પર્શ કરે નહિ માટે માત્ર પાતળો કાગળ તમારા માથાપર ધરશો તો તડકાથી દઝાશે નહિ; આસપાસનો વા તો તેનો તેજ છે. સૂરજનાં પ્રત્યક્ષ કિરણો લાગવાથી જેટલો તાપ લાગેછે તેટલો તાપ જે વામાં થઈને આવેછે તેથી નથી લાગતો. વા કિરણોની થોડી ગરમી શોષેછે.

૬૫. સૂરજનાં કિરણ પાણી અને જમીન બેઉને તપાવેછે તેથી આપણા ચૂલા આગળ જે વિકાર આપણા દીઠામાં આવેછે તેજ વિકાર વાતાવરણમાં થાયછે. તપેલી પૃથ્વીના પૃષ્ઠને અડેલો વાયુ તપેછે. તપવાથી હલકો થાયછે માટે ઊંચો ચઢેછે, અને તેની જગ્યાએ આસપાસની ઠંડી હવા આવેછે. વાના આ પ્રવાહને **પવન** કે **વાયરો** કહેછે.

૬૬. વાયરો શી રીતે નીકળેછે તે નિહાળવું સહેલું છે. એ નિરખવાને કોઈ સમુદ્રની પાસેનો પ્રદેશ લઈએ. ઊનાળામાં બપોર થવા આવેછે ત્યારથી ઊનો ભૂખર પવન વાવા માંડેછે ને જેમ તાપ વધતો જાયછે તેમ પવન વધારે ઊનો આવેછે. એને ભૂખર કહેવાનું કારણ એ કે તે તપેલી જમીન પરથી આવેછે. દહાડો આથમેછે એટલે એ ગરમ વાયરો બંધ પડી દરિયાપરથી સુખકારક ટાઢી લહેરો આવેછે. આ ફેરફાર સાગર અને જમીનના અસમાન તપવા અને ટાઢા પડવાનું પરિણામ છે.

૬૭. એમ શી રીતે બનેછે તે હવે સમજીએ. ઊનાળામાં સૂરજના તાપથી પથરા, જમીન, તથા બીજા ભાગો અતિશે તપેછે; પણ એ સમે કોઈ દિવસ દરિયામાં નહાશો તો તેનું પાણી તમને ઠંડું લાગશે. એ ઉપરથી દેખાયછે કે સાગર કરતાં જમીન વધારે ઉતાવળી તપેછે. ધરતીપર દિવસે એટલો તાપ લાગેછે, પણ રાત્રે સાગર કરતાં તેની સપાટી વધારે ટાઢી થયેલી દેખાયછે, કેમકે દરિયા કરતાં જમીનમાંથી ગરમી વહેલી નીકળી જાયછે. દિવસે જમીન વધારે તપવાથી તે ઉપરનો વા તપેછે ને તેથી ઊનો વાયરો વાયછે. સાંજ સુધીમાં એ બહુ તપીને હલકો થયાથી ઊંચો ચઢેછે, અને તેને ઠેકાણે દરિયાપરનો ઓછો તપેલો, વધારે ભારે ને ભેજવાળો પવન આવેછે તે મઝાનો શીતળ લાગેછે.[1]

૬૮. આપણી નિશાળોનો પૃથ્વીનો ગોળો લેઈ તેપર માંડેલી લીટીઓ જુઓ. એ ગોળાની વચ્ચે (પૂર્વ પશ્ચિમ દિશાએ) બે ધ્રુવથી સરખે અંતરે ને સૌથી વધારે ફૂલેલા ભાગની આસપાસ લીટી દોરીછે. એ લીટીને **વિષુવવૃત્ત** કહેછે. એ લીટીવડે ગોળાના બે સમાન ભાગ એટલે બે અર્દ્ધ ગોળ થયાછે., પૃથ્વીના જે ભાગપર થઈને એ લીટી જાયછે તેપર અને તે લીટીની બેઉ બાજૂએ થોડા અંતર સૂધી આખું વરસ સૂરજ અતિશય તપેછે, ને તેથી ત્યાંની હવા બહુજ ગરમ થઈ ઊંચે ચઢેછે. પણ એ મધ્યભાગપરની ઉષ્ણ હવા વાતાવરણમાં ઊંચે જાયછે તેવીજ ઉત્તર દક્ષિણમાંથી શીતળ વાયુ તેની જગ્યાએ આવેછે. એ રીતે વિષુવવૃત્તના પ્રદેશોમાં વાનો નિરંતર પ્રવાહ ચાલ્યાં કરેછે. એ પ્રમાણે ઉત્પન્ન થતા પવનનું નામ વ્યાપાર વાયુ પાડ્યુંછે. એ

1. દહાડે દરિયાનો પવન આવે પણ દરિયાથી દૂર જતાં સૂરજના તાપથી તપી ઊનો લાગે. ચૈતર વૈશાખના સખ્ત તડકાના દિવસમાં પવન ઉત્તરથી ભૂખર વાયછે તેનું કારણ એ તાપ છે. જ્યેષ્ટ આષાઢ (જૂન જુલાઈ) માં આપણા દેશમાં વાતાવરણ એટલું તપેછે કે હિંદીમહાસાગરનો પાણી ભરેલો પવન દોડી આવેછે ને તે ઊંચે ચડી ટાઢો પડવાથી વરસાદ વરસેછે. ભા. કે.

પર્વન સદા વાયછે અને તેથી વેપારે જનારાં સફરી વહાણોને તેની મદદ નિશ્ચિત હોવાથી તેનું એ નામ યૂરોપી વહાણવટી-ઓએ પાડ્યુંછે.

૬૯. પૃથ્વીના બધા ભાગપર એમ નિયમિત વાયરો હોતો નથી. ઉદાહરણ, ઇંગ્લાંડમાં પવન એટલો બધો નિયમિત નથી. નકશામાં જોઇ પૃથ્વીની સપાટીપર બ્રિતન દેશનું સ્થળ લક્ષમાં લેશો તો ત્યાં પવન અનિયમિત હોવાનાં કેટલાંક દેખાઈતાં કારણ તમારા સમજવામાં ઝટ આવશે. એની પશ્ચિમે વિશાળ આત્લાં-તિક મહાસાગર આવેલોછે; પૂર્વે સાંકડા અને છાછર ઉત્તર સ-મુદ્રની પેલીમેર યૂરોપ અને એશિયાખંડની વિશાળ ભૂમિ આવી-છે. ઉત્તરે વધારે ઠંડા દેશો અને સમુદ્રો આવેલાછે, અને દક્ષિણે વધારે ઉષ્ણ દેશો અને સાગર પડેલાછે. માટે એવાં સૂરજનો તાપ ભિન્નભિન્ન રીતે ગ્રહણ કરનારાં પૃષ્ઠપરથી જે વાયરો આવે તે કોઈવાર ટાઢો હોય ને કોઈવાર ઊનો હોય એ સહજ સમ-જાયછે.

૪. વામાંની વરાળ. બાષ્પભવન અને સંકોચન, એટલે વરાળનું થવું અને સંકોચાવું.

૭૦. ૪૧ મી કલમમાં કહ્યુંછે કે વરાળ એ વાતાવરણનો એક મુખ્ય ભાગ છે. તો એ વરાળ વામાં શી રીતે મળેછે અને તેમાંથી કેવી રીતે છૂટી પડેછે તેની તપાસ પહેલી કરીએ. પાછળ તમારા જોવામાં આવ્યું તેમ આ ઠેકાણે તમે જોશો કે વિદ્યામા મહાન્ વિષયો જાણીતી વસ્તુઓનાં દૃષ્ટાંતવડે સહેલથી અને ઝટ સમ-જાયછે.

૭૧. ઊનાળાના પુષ્કળ તાપના દિવસમાં વા સૂકો એટલે વ-રાળ કે ભેજ વગરનો હશે એમ તમે ધારશો, પરંતુ મોટું કાચનું પ્યાલું અર્ધું પાણીથી ભરો ને તેમાં બરફનો મોટો કકડો મૂકો ને શું થાયછે તે જુઓ. તે પ્યાલાની બહારની કોરી બાજૂએ ઝાકળની ઝીણી છારી બાઝેલી તુરત દેખાશે. થોડી વારમાં તે

છારીમાં પાણીનાં ઝીણાં બિંદુ થશે, અને તેઓમાં વધારે થ-વાથી અંતે રેલા ઊતરશે.

૭૨. વળી શીત દેશોમાં અતિશે ટાઢ પડતી હોય તે રાતે જે ઓરડામાં બહુ માણસ મળ્યાં હોય તેની બારીઓના કાચની અંદરની બાજૂએથી એટલે ઓરડામાંને પાસે પાણીના રેલા વહેછે.

૭૩. હવે એ પાણી ક્યાંથી આવેછે? બેશક કાચમાંથી આવતું નથી, પણ વામાં પાણીની વરાળ હોયછે તેમાંથી આવે-છે. દેખાઈતી ઝાકળ કે ધૂમસને માટે વરાળ શબ્દ ઘણીવાર વપરાયછે, પરંતુ દેખાઈ શકે એવા રૂપને વિદ્યામાં વરાળ કહેતા નથી. પાણીનું જે રૂપ મુદ્દલ દેખાતું નથી તેને વિદ્યામાં વરાળ કહેછે. વામાં તે ભરપૂર હોયછે ત્યારે પણ હમેશા અદૃશ્ય હોય-છે; તેનું પાછું પાણી બનેછે ત્યારેજ તે નજરે પડેછે.

૭૪. વામાં મળી ગયેલી અદૃશ્ય વરાળ ધૂમસ, વાદળાં, ઝાકળ કે વરસાદના રૂપે દેખાયછે ત્યારે તે ઠરી કે થીજી ગયેલી હોયછે. વરાળના એમ ઠરી જઈ પાણી થવાની ક્રિયાને સંકો-ચન કહેછે.

૭૫. વાયુની ઉષ્ણતાનાં પ્રમાણમાં તેમાં ઓછી વત્તી વરાળ રહી શકે. ઠંડી હવા કરતાં ગરમ હવામાં વધારે વરાળ રહી શકે-છે. આ તમે સરળ રીતે બતાવી શકો. તમે શ્વાસ લોછો તે વેળા દરેક શ્વાસે પાણીની થોડીક વરાળ બહાર નીકળેછે; વા ગરમ હોયછે ત્યારે તે અદૃશ્ય વરાળ મોંમાંથી બહાર નીકળતાં વારને બહારના વામાં ભળી જાયછે, અને તેમાં મળેલી રહેછે. પરંતુ તમારા મોંમાંથી શ્વાસ નીકળે તેને ટાઢો પાડશો તો એ વરાળનું પાણી થયેલું તમારા દીઠામાં આવશે. ઉદાહરણ, આરશી (કે બીજા કોઈ શીતળ પૃષ્ઠ) ઉપર શ્વાસ મૂકઓ તો તમારા મોંમાંથી નીકળેલી વરાળ કાચઉપર ધૂમસની છારીના રૂપમાં તુરત દેખા-શે, કેમકે મોઢામાંથી નીકળેલો વા તે ટાઢા પૃષ્ઠ આગળ શીતળ થવાથી બધી વરાળ રાખી શકતો નથી, તેથી તેમાંની વરાળનો

કેટલોક ભાગ સંકોચાઈ એટલે ઠરી જઈ દેખાયછે. શ્વાસમાં નીકળતા વાની વરાળ જોવા સારૂ શિયાળામાં સવારે બહુ ટાઢ હોય તેવારે આરશીની ગરજ પડતી નથી, કારણ કે મોંમાંથી જેવી વરાળ નીકળી કે તુરત આસપાસના ઠંડા વાને લીધે ઠરી જાયછે અને બારીક વાદળું કે ધૂમસ બની દેખા દેછે.

૭૬. વાયુ ઠંડો પડેછે ત્યારે વરાળ રાખવાની તેની શક્તિ ઘટેછે. જે ઉષ્ણતાએ તેમાં ભળેલી વરાળ તે ધારણ કરી શકેછે તે ઉષ્ણતા કરતાં તે વધારે શીતળ થાયછે ત્યારે તેમાંની વધારાની વરાળ ટાઢકથી સંકોચાઈ દૃશ્ય થાયછે. જેટલી ઉષ્ણતાએ એ પ્રમાણે થાયછે તેટલી ઉષ્ણતા **અતિસેચન કે ઝાકળસ્થાન** કહેવાયછે (૮૫ મી કલમ જુઓ).

૭૭. વાતાવરણમાં બધે વરાળ હોયછે તેપરથી કોઈ પૂછે કે વરાળ તેમાં શી રીતે જાયછે, અને ક્યાંથી જાયછે? રકાબીમાં કે થાળીમાં થોડું પાણી રેડી તેને ખુલ્લી હવામાં મૂકશો તો તેમાંનું પાણી એક બે દિવસ કેડે ઓછું થયેલું દેખાશે. ઓછું થયું તે વાએ શોષી લીધું અને વધારે વખતસુધી તે રકાબીને કે થાળીને ત્યાંજ રહેવા દેશો તો બધું પાણી વા શોષી લેશે, અર્થાત્ સૂકાઈ જશે. જેમ એ થોડું પાણી સૂકાયું તેમજ આખી પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપરના પાણીની સપાટીપર, દરેક નદી, નાળા, સરોવર, અને મોટા સાગરપરથી તે સૂકાયછે. પાણીની વરાળ નિરંતર થયાં કરેછે, અને વાયુ તેને લઈ રાખેછે. પાણીના આ સૂકાવાને **વરાળ થવું કે બાષ્પભવન** કહેછે.

૭૮. ટાઢા વા કરતાં ગરમ વામાં વધારે વરાળ રહી શકેછે, માટે રાત કરતાં દિવસે, અને શિયાળા કરતાં ઉનાળામાં બાષ્પભવનનું જોર વધારે હોયછે. રસ્તે છાંટેલા પાણીનું સૂકાવું જુદે જુદે વખતે ધીમું કે ઉતાવળું હોયછે તે તમારા જોવામાં ઘણીવાર આવ્યું હશે. સખ્ત તડકો પડેછે ત્યારે કલાક બે કલાકમાં પાણી છાંટેલા રસ્તા સૂકાઈ જાયછે, અને તડકો મંદ હોયછે ત્યારે સવારનું છાંટેલું પાણી સાંજે પણ પૂરું સૂકાયું હોતું

નથી; શિયાળામાં પાછલે પહોરે છાંટ્યા પછી પાછા સવારમાં છાંટેછે ત્યારે કાદવ થાયછે. તાપના દિવસમાં તપેલો વા પાણીની વરાળને ઝટ અને મસ શોષી લેછે, અને ટાઢની રતમાં શીતળ વા વરાળનું શોષણ હળવું અને થોડું કરેછે.

૭૯. વળી કોઈ દિવસે બાષ્પભવન ઉતાવળું થાયછે, કેમકે વાતાવરણમાં વાયુરૂપે જેટલી વરાળ રહી શકે તેટલી પૂરેપૂરી હોતી નથી. પરંતુ વરસાદના દિવસમાં અમુક ઉષ્ણતાએ જેટલી વરાળ વામાં રહી શકે તેટલી હોયછે ત્યારે બાષ્પભવન છેક થોડું હોયછે અથવા બિલકુલ બંધ પડેછે. તાપની મોસમમાં ધોબીનાં લૂગડાં ઉતાવળે સૂકાયછે અને ચોમાસામાં વાર લાગેછે તેનું કારણ એ કે એ ઋતુઓમાં વાતાવરણની વરાળ શોષવાની શક્તિ સરખી નથી. કોઈ દિવસે વરાળનું શોષણ વાયુ ઉતાવળે કરેછે તેથી લૂગડાં ઝટ સૂકાયછે. આકાશ નિર્મળ હોયછે અને પવન વાયછે ત્યારે એમ બનેછે, કારણ કે દરેક ક્ષણે તાજો વા લૂગડાંને અડી તેમાંની વરાળ લેઈ લેઇ ચાલતો થાયછે અને તેને ઠેકાણે બીજો તરસ્યો વા વરાળરૂપી પાણી પીવા આવેછે. જે દિવસોમાં વામાં ભેજ ઘણો હોયછે તે દિવસોમાં તે ધરાયલો એટલે વરાળથી ભરપૂર હોયછે, તેથી વધારે વરાળ ભાગ્યે લઈ શકેછે ને તેથી સવારે સૂકાવા નાખેલાં લૂગડાં સાંજે પણ ભીનાં કે હવાયલાં હોયછે.

૮૦. પાણીની વરાળ થાયછે ત્યારે તેમાંની થોડીક ગરમી વરાળની જોડે જતી રહેછે. તમારા હાથને પોંચે પાણી ચોપડી તેને સૂકાવા એટલે વરાળ રૂપે ઊડી જવા દો; તમને ટાઢક લાગેછે તેનું કારણ એ કે તમારી ચામડીની થોડીક ગરમી વરાળ પોતાની જોડે લેતી જાયછે. વરાળ સંકોચાયછે ત્યારે એમ લઈ લીધેલી ગરમી પાછી વાને આપી દેછે.

૮૧. એમ તમે શીખ્યા કે વામાં પાણીની અદૃશ્ય વરાળ છે. એ વરાળ નૈત્રોજન અને ઑક્સિજનના જથાની જોડે સરખાવતાં બહુજ થોડી છે, તોપણ વાતાવરણનો આખો સમૂહ

લેતાં અતિ વિશેષ છે; એ વરાળ આખી પૃથ્વીના જળના પૃષ્ઠપર બાષ્પભવનથી એટલે સૂકાવાથી બની ઊંચે ચઢેછે, અને સંકોચન પામવાથી એટલે ઠરી જવાથી પ્રવાહી રૂપે પાછી આવેછે.

૫. ઝાકળ, ધૂમસ, અને વાદળાં.

૮૨. શીઆળામાં સૂરજ આથમ્યા પછી ઘણીવાર ધૂમસ દેખીએ છીએ, અને સવારે ઝાકળથી ઘાસ, ઝાડનાં પાંદડાં, વગેરે ભીનાં ને પાણીનાં ટીપાંવાળાં જોવામાં આવેછે. વાદળાં બનેછે, ને વિખેરાઈ જાયછે, ફરી બનેછે, વામાં દોડેછે, તેમનો આકાર અને કદ બદલાયછે, તે તમે ઘણીવાર જોઈ શકોછો. વરાળના સંકોચનનાં એ સઘળાં દૃષ્ટાંત છે. એ ક્રિયા કેવી રીતે થાયછે તે આપણે તપાશીએ.

૮૩. આપણે ૭૬ મી કલમમાં વાંચી ગયા કે વા શીતળ પડવાથી વરાળનું સંકોચન થાયછે. વરાળ સંકોચાયછે ત્યારે તે એકદમ વહેતા પાણીનું રૂપ ધારણ કરતી નથી. ગ્લાસના પાણીમાં બરફ નાખ્યાથી ગ્લાસ શીતળ થાય ત્યારે તેની બહારને પાસે પ્રથમ તો ઝાકળનું પાતળું પડ બંધાયછે, અને પછી ધીમે ધીમે નીતર્યા પાણીનાં ટીપાં બાઝેછે ને રેલા ઊતરવા માંડેછે. ઝાકળ કે ઓસ એ પાણીના અતિ ઝીણા કણ છે. એ કણ એકઠા થાયછે એટલે ટીપાં બનેછે. ગ્લાસની બહારની બાજૂએ થાયછે તેમજ સૃષ્ટિમાં મોટા પ્રમાણમાં બનેછે. વરાળ સંકોચાયછે ત્યારે પ્રથમ ઝાકળ રૂપે દેખા દેછે. વા ટાઢો પડવાનું એ પરિણામ છે; માટે ઝાકળ કે વાદળું બનતું જોવામાં આવે ત્યારે અનુમાન કરવું કે જ્યાં તે બનેછે ત્યાં વાયુ ટાઢો થવા લાગ્યોછે.

૮૪. ઓસ.—સંધ્યાકાળે કે રાતે ઘાસ, પાંદડાં, પાહાણા, વગેરે વસ્તુઓપર જે ભીનાશ દેખાયછે તેને ઓસ કહેછે. ઝાડનાં પાંદડાંપર ઓસનાં ચળકતાં ટીપાં અને કરોળીઆના તાં-

તાણા જેવા ઝીણા રેલા તમે પરોઢીઆમાં ઘણીવાર જોયા હશે. એ પાણી પાંદડાંમાંથી કે પાહાણમાંથી નીકળતું નથી. ગ્લાસમાં બરફ નાખવાથી તે ટાઢું પડ્યું તેથી તેની બહારને પાસે લાગેલો વા ટાઢો પડવાથી તે વામાંનો ભેજ તેપર જણાયો તેમજ એ ઓસ વાતાવરણમાંનો છે. વા ટાઢો પડવાથી તેમાંની વરાળની ઝાકળ થાયછે, ને તે ઘાસ પાંદડાં વગેરેપર જામે તેને ઓસ કહેછે.

૮૫. રાત્રે વાદળાં નથી હોતાં ત્યારે પૃથ્વીમાંથી ગરમી ઉતાવળી બહાર નીકળેછે; એટલે પૃથ્વીપર આખો દિવસ સૂર્યમાંથી ગરમી આવી હોયછે તેનો મોટો ભાગ રાત્રે શીતળ અવકાશમાં જાયછે (કલમ ૫૯). એથી તેનું પૃષ્ઠ ટાઢું પડેછે; રાત્રે પાંદડે કે પથરે હાથ લગાડ્યાથી તે ટાઢાં લાગશે. ટાઢી પડેલી જમીનની થડમાંના વાનો થર વરાળસંકોચનબિંદુથી વધારે ટાઢો થાયછે, એટલે વરાળનું પાણી થાય તેથી વધારે શીતળ થાયછે, તેથી તેમાંની વરાળનું પાણી થઈ ઘાસ, ડાળાં, પાંદડાં, પથરા, અને બીજી વસ્તુઓપર ઝાકળ રૂપે વરસેછે. જેટલી ટાઢે એમ વરાળનું પાણી થવા માંડેછે, અર્થાત્ જે ઉષ્ણમાને વરાળ ઠરી જાયછે તેને **ઝાકળનું બિંદુ** કે **ઝાકળસ્થાન** કહેછે (કલમ ૭૬).

૮૬. **ધૂમસ.**–પૃથ્વીનું ટાઢું પૃષ્ઠ વરાળ સંકોચન કરેછે તે બીજી રીતે પર્વતોપર જોવામાં આવેછે. શીતળ પર્વતના શિખરપર ઊનો ભેજવાળો વા વાયછે ત્યારે શિખરના સ્પર્શથી તે ટાઢો પડેછે અને તેમાંની વરાળ ધૂમસ કે વાદળાંરૂપે દેખાયછે. ઘણીક વાર પર્વતની ટોચે જાણે ઊનની ટોપી પહેરી હોય તેમ તેના આકાર પ્રમાણે વાદળીનો આકાર દેખાયછે, અને તેની આસપાસ બીજું એકે વાદળું જણાતું નથી. ઘણીવાર મળસકામાં એ સ્પષ્ટ દેખાયછે. જેમ જેમ ચડતો પહોર થતો જાયછે તેમ તેમ સૂર્યના તાપે પહાડની જમીન તપવાથી ત્યાંની હવા ઠંડી પડતી નથી, ને તેથી વાતાવરણમાં ધૂમસ ધીમે ધીમે પાછું શોષાઈ જાયછે. પરંતુ વળી રાત પડેછે અને જમીનમાંની

ગરમી બહાર નીકળી જવાથી તે ટાઢી પડેછે ત્યારે વાયુમાં વાદળું બંધાય એટલી વરાળ હોયછે તો પાછું ધૂમસ બનેછે અને ફરીને પર્વતે ઊનની ટોપી પહેરેલી દેખાયછે.

૮૭. ટાઢી જમીન ગરમ વા માંહેલી વરાળનું સંકોચન કરેછે તેમ ટાઢો વા પણ ગરમ વામાંની વરાળને સંકોચન પમાડેછે. નદીપર જે બનાવ બનેછે તે તમે નિહાળીને જોશો તો આ પ્રકારના સંકોચનનાં દૃષ્ટાંતો તમારા જોવામાં આવશે. સૂરજ આથમ્યા પછી નદીના પાણીમાંની ગરમી જેટલી ઉતાવળથી નીકળી જાયછે તેના કરતાં વધારે ઉતાવળે તેના બેઉ કાંઠાની જમીનમાંની ગરમી નીકળી જાયછે, તેથી નદીનાં પાણીપરનો વા ટાઢો પડેછે તેના કરતાં જમીન પરનો વા વધારે ટાઢો પડેછે. માટે નદીના કાંઠાનો વધારે ટાઢો વા પાણીપરના વાથી વધારે ગરમ અને ભેજવાળા વાને ઠેકાણે જાયછે ત્યારે વરાળ સંકોચન થઈ ધૂમસ બનેછે. એ ધૂમસ રાતે અને પરોઢીએ વહેળા ઉપર ઘણીવાર જોવામાં આવેછે.

૮૮. વાદળાં.—પરંતુ વરાળનું મુખ્ય સંકોચન જમીનપર થતું નથી, પણ વાતાવરણમાં થાયછે. જે વાદળાં આપણે નિત્ય જોઈએ છીએ તે બધાં વરાળસંકોચનથી બનેછે. હરકોઈ કારણથી, જેમકે ઊંચે ચઢતાં વિસ્તાર પામવાથી અથવા વધારે ટાઢો પવન લાગવાથી, વરાળ ભરેલા ઊના વામાંહેલી ગરમી જતી રહેછે ત્યારે તે ટાઢો પડવાથી ધૂમસ બનેછે તેજ વાદળું. આકાશમાં જે બનેછે તે તમે નિહાળશો તો ઘણીવાર વાદળાં બનતાં જોવામાં આવશે. પ્રથમ નાનું ધોળું ધાબું દેખાયછે. તે ધીમે ધીમે મોટું થઈ બીજાં નાનાં નાનાં વાદળાંનો જમાવ થાયછે, અને છેલ્લે આકાશ બધું વાદળાંથી છવાઇ જઈ વરસાદ વરસેછે. એ રીતે જે વરાળ વામાં ટાઢી પડી સંકોચાયછે તે પૃથ્વીની સપાટીપરના પાણીના બાષ્પભવનથી થાયછે. ઊના વાની જોડે એ વરાળ ઊંચે ચઢેછે. એ વા ઊંચે ચઢેછે તેમ તેમાંની ઉષ્ણતા ઘટેછે. તેથી, તથા વાતાવરણના વધારે શીતળ થરનો

સમાગમ થવાથી સઘળી વરાળ તે રાખી શકતો નથી; જે તેના-થી રાખી શકાતી નથી તે વધારાનીને છોડી દેછે તેના સંકોચન પામવાથી વાદળાં બનેછે.

૮૯. ઇંગ્લાંદમાં ઊનાળાના દિવસમાં સવારે ઘણીવાર આ-કાશમાં વાદળાં હોતાં નથી. ચઢતો પહોર થાયછે અને પૃથ્વી તપેછે તેમ વધારે વરાળ બનેછે; તપેલા ઊંચે ચઢતા વાની જોડે એ વરાળ ઊંચે જઈ ત્યાંના વધારે શીતળ વાતાવરણને મળેછે તેથી ટાઢી પડી તેનાં ધોળાં વાદળાં બનેછે. એ વાદળાં બપોરે અને પાછલે પહોરે જોવામાં આવેછે. સાંજે બાષ્પભ-વન ઓછું થાયછે; વાદળાંમાં વધારો ન થતાં ઘટાડો થવા માં-ડેછે. મોટાં વાદળાં નાની વાદળીઓ થઈ જાયછે ને તેમાં ઘટાડો થતાં થતાં આકાશ બધું નિર્મળ થાયછે. એનું કારણ એ કે વાદળાં બની છેક નીચે ઊતરેછે અને નીચેની એટલે જમીન-ની થડમાંના ઉષ્ણ વાનો સમાગમ થવાથી તેઓ પાછાં ઓગ-ળી જાયછે. આપણા દેશમાં પણ એ પ્રમાણે થતું કોઈવાર દી-ઠામાં આવેછે. વળી આકાશમાં વાદળાં ફરતાં તમે ઘણીવાર જોયાંછે. ઊપલા વાના પ્રવાહમાં તેઓ તણાયાં જાયછે. એ પ્રવા-હ જેમ વધારે જબરો ને ઉતાવળો તેમ વાદળાં વધારે વેગે દોડે. દૂરથી આવેલાં વાદળાંથી ઘણીવાર બધું આકાશ છવાઈ જાય-છે. વામાં રહેલી વરાળની સ્થિતિ નિરંતર કેવી રીતે બદલાયછે તે વાદળાંની આવજા નિહાળ્યાથી તમારા લક્ષમાં આવશે. કોઈ વેળા તે ઘાડી થઈ જઈ તેનાં વાદળાં બનેછે, ને વળી કોઈ વેળા પાતળી બની જુદા જુદા વાયુપ્રવાહ જોડે ઊડી જઈ અ-દૃશ્ય થઈ જાયછે.

૬. વરસાદ અને બરફ ક્યાંથી આવેછે?

૯૦. પૃથ્વીપરની નદીઓ, સરોવરો, અને સાગરોમાંથી સૂ-રજના તાપથી અગોચર વરાળ થાયછે તેનું શું બનેછે તે શોધ-વા તમે નીકળ્યા, અને તમને માલૂમ પડ્યું કે ટાઢી પડવાથી

સંકોચાઈ તે વાદળાં રૂપે ફરી દેખા દેછે. પરંતુ તે વાદળાં આકાશમાં હમેશાં રહેતાં નથી. કોઈવાર તેઓ ઓગળી જઈ અદૃશ્ય વરાળ બનેછે. પણ ઘણીવાર તેઓ બીજી રીતે અદૃશ્ય થાયછે. પાણી બની જઈ વામાંથી તે પૃથ્વીપર પડેછે, ને તેથી વરસાદ અને બરફ ઉત્પન્ન થાયછે.

૯૧. **વરસાદ.**—એ તો તમે સારી પેઠે જાણોછો કે વરસાદ આવેછે ત્યારે હમેશ આકાશમાંનાં વાદળાંમાંથીજ આવેછે. માથે આકાશ નિર્મળ હોયછે ત્યારે વરસાદ વરસતો નથી. ભારે વાદળાંથી આકાશ ભરાઇ જાયછે ત્યારે વરસાદ આવેછે. કાળાં વાદળાં સંકોચાઈ ભારે ઝાપટું નાખેછે તે નજરે પડી શકે તેવું છે. ૭૧ મી કલમમાં ગ્લાસમાંના પાણીમાં બરફ મૂકવાનો પ્રયોગ કહ્યોછે, તેમાં ગ્લાસની બહારની બાજૂએ ઝાકળનો થર બાઝેછે ને ધીમે ધીમે ટીપાં બાઝી કાચપર તેના રેલા ચાલેછે એ જોયલું તમને સાંભરતું હશે. હવે તે કાચપર બાઝેલી ઝાકળ અને આકાશમાંનાં વાદળાં એ બંને વાએ છૂટા પાડેલા પાણીના બારીક રજકણોનાં બનેછે. એ રજકણોના એકઠા થવાથી ટીપાં બનેછે. પ્યાલાની બાજૂપર તેના રેલા ઊતરેછે, અને વાદળાંમાંથી તેનાં ફોરાં પૃથ્વી ઉપર વચ્ચેના વામાં થઈને પડેછે. માટે વાતાવરણમાં રહેલી પાણીની વરાળનું વધારે સંકોચાવું તે વરસાદ. સંકોચન વધેછે તેમ તેમ વાદળાંના બારીક રજકણોમાં વધારે પાણી એકઠું થતું જાયછે, અને છેલ્લે પાણીનાં ફોરાં એટલાં ભારે થાયછે કે તેઓ હવામાં વધારે વાર ટકી શકતાં નથી. માટે તેઓ વરસાદનાં ફોરાં તરીકે પૃથ્વીપર પડેછે.

૯૨. **હિમ અથવા બરફ.**—વાદળાંનું પાણી વળી ત્રીજે રૂપે પણ પૃથ્વીપર મસ પડેછે. જળ ઠરે એટલી ટાઢ હોયછે ત્યારે વરસાદનાં ફોરાંને ઠેકાણે હિમકણ એટલે બરફનાં ફૂલાં વરસેછે.

૯૩. બરફ વરસે એટલી ટાઢ આપણા દેશમાં પડતી નથી, માટે અહીં તે જોવામાં આવતું નથી. બજારમાં જે બરફ વેચાય-

છે તે આકાશમાં થયેલું એટલે ફૂલ બરફ નથી. તે જમીનપર બંધાઈ ગયેલું ગચ્છી બરફ છે. ફૂલ બરફ બારણે વરસે તેમાંથી થોડું ઘેર લાવેથી ઝટ ઓગળી જાયછે; એ પાણી ઉઘાડું મૂકી છાંડેથી વરાળ થઈને ઊડી જાયછે. બરફ, પાણી, અને વરાળ એ ત્રણે એકજ પદાર્થનાં માત્ર જુદાં જુદાં રૂપ છે. વાયુ, પ્રવાહી, અને ઘન એ ત્રણ રૂપમાં પાણી રહી શકે. ઘનરૂપનું દૃષ્ટાંત બરફ છે.

૯૪. બહુ ટાઢ પડેછે ત્યારે કેટલેક ઠેકાણે તળાવોનાં પાણીપર રાત્રે ગચ્છી બરફની પોપડી બાઝેછે. તે કઠણ, પારદર્શક, અને ભગરી હોયછે. ટાઢ જારી રહેછે તેથી નવી પોપડીઓ બાઝતી જાયછે, ને તેની જોડે જૂની પોપડીના કકડા સજડ ચોંટી જાયછે. જેમ ટાઢ વધારે તેમ એ પોપડી વધારે જાડી થઈ છેવટે ખાડામાંનું બધું પાણી ઘન થઈ ગચ્છી બરફ બનેછે. એ પત્થર થયેલા પાણીનો કકડો હાથમાં લઈ જોશો તો તે શીતળ, બરડ, અને પારદર્શક જણાશે. ટાઢ ઓછી હોય ત્યાં લઈ જવાથી ઓગળી જઈ તેનું પાણી થઈ જાયછે; અને વધારે તાપ લાગવાથી એ પાણીની વળી વરાળ બનેછે. પાણી ઘન રૂપમાં હોયછે ત્યારે હિમ અથવા બરફ કહેવાયછે. ફૂલ બરફ, ગચ્છી બરફ અને કરાં એ તેના જુદા પ્રકાર માત્ર છે. અમુક ઉષ્ણુમાન કરતાં પાણી વધારે શીતળ થાયછે ત્યારે તે ઠરી જાયછે અથવા તેનું બરફ (એટલે હિમ) બનેછે, માટે આ ઉષ્ણુમાનને હિમબિંદુ કે ઠારબિંદુ કહેછે (પદાર્થવિજ્ઞાનની પ્રવેશપોથીની કલમ ૫૧.)

૯૫. તમે એમ ધારતા હશો કે બરફ નિરાકાર વસ્તુ છે, પરંતુ થોડું ફૂલ બરફ લેઈ તેની તપાસ કરતાં નીચેના ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે તેના આકાર હોયછે. એના ઢગલા તો સ્વચ્છ ધોળા ને અપારદર્શક દેખાયછે, પણ ખરૂં જોતાં તે પાણી જેવું પારદર્શક છે. તેનાં ચળકતાં બિંદુઓથી એવે પ્રકારે પ્રકાશ પ્રસરેછે કે તે ધોળું દેખાય. ફૂલ બરફના આકાર પ્રત્યક્ષ જોવા હોયછે ત્યારે

તેનાં એક બે ફોરાં કાળી ભોંય (કાળા ડગલાની બાંહે) પર મૂકેછે તેવારે ઓછો વત્તો છ કિરણનો પૂર્ણ તારો દેખાયછે. એ છ કિરણ સ્વચ્છ અને પારદર્શક બરફની નાની સળીઓ કે બિલોર



આકૃતિ ૪ થી.–હિમકણનાં રૂપ.

બનેલાં હોયછે. હવામાં થઈને પડતાં પરસ્પર અથડાયાથી ભાંગી જાય એવાં એ કોમળ હોયછે. તેમના કેટલાક પ્રકાર ૪ થી આકૃતિમાં દર્શાવ્યાછે.

૯૬. વાતાવરણના ઊપલા થર પાણીના હિમબિંદુ કરતાં વધારે શીતળ છે. એ થરોમાં વરાળ સંકોચન થાયછે તેમાં વાદળાંનો વરસાદ બનતો નથી. પૃથ્વીના પૃષ્ઠથી ઊંચે ચડતા ઉષ્ણ વાયુમાંની વરાળ એ ઊંચા પ્રદેશોમાં ઠરી તેનું પાધરૂં બરફ બનેછે; નાના બિલોરના એકઠા થવાથી બરફનાં ફૂલ બંધાયછે. ઊનાળામાં પણ જે સુંદર ધોળી નાની વાદળીઓ છેક ઊંચે દેખાયછે તેઓ બરફની બનેછે એવું સંભવેછે. પરંતુ ઇંગ્લાંડ આદિ દેશોમાં શિયાળામાં પૃથ્વીના પૃષ્ઠની થડમાંનો વા પણ કોઈવાર બહુ ટાઢો થાયછે ને તેથી ત્યાં જમીનપર બરફ પડેછે, અને ભોંયે ધોળી ચાદર પાથરી હોય તેવું જણાયછે. તાપ પડેછે તેવારે તે ઓગળી જાયછે.

૯૭. વરસાદ અને બરફ ઊપરાંત વામાંનો ભેજ કોઈવાર કરાંનું અને અર્દ્ધ બરફનું રૂપ ધારણ કરેછે. ટાઢથી ઠરી ગયેલાં વરસાદનાં ફોરાંના ગાંગડા વરસેછે તેને કરાં કહીએ છીએ. પરંતુ વરસાદ અને બરફ બહુજ અગત્યનાં છે, માટે એ બે રૂપો સંબંધી કાંઇક વધારે કહેવું જોઇએ.

૯૮. સારાંશ.–પણ તેમ કર્યા પહેલાં વામાંની વરાળવિષે જે કહ્યું તેનો સાર કહાડીએ. આપણે જોયું કે પૃથ્વીપર બધી જ-

ગામે પાણી સૂકાઈ તેની વરાળ થાયછે. એ બાષ્પભવનથી વામાં પુષ્કળ વરાળ હોયછે; એ વરાળ ઠરેછે ત્યારે ઝાકળ, ધૂમસ, અને વાદળાંના રૂપે દૃષ્ટિગોચર થાયછે. વળી આપણે એવું શીખ્યા કે વરાળનાં વાદળાં બનેછે તેનો વરસાદ અને બરફ થાયછે, અને એમાંના હરકોઈ રૂપે પૃથ્વીપર પાણી પાછું આવેછે. એ રીતે નીચેની ઘન પૃથ્વી અને ઉપર વાયુની વચ્ચે પાણીની આવજા ચાલૂ છે. જીવતાં રહેવાને માટે આપણા શરીરમાં લોહીનું ફરવું જેટલું જરૂરનું છે, તેટલી જરૂરની પાણીની આવજા પૃથ્વીને પ્રાણીઓને વસવા જોગ કરવાને છે. તે વાને જાણે ધૂએછે; શહેરના ધૂમાડા વગેરે મેલ હોય તેને કાઢી વાને સ્વચ્છ કરેછે. તે જમીનને ભીની કરી તેનું વિત્ત બહાર કાઢેછે. એમ થયેથી જમીન વનસ્પતિને પોષી શકેછે. વળી ઝરા, વહેળા, અને નદીઓને તે પાણી પૂરૂં પાડેછે. તાત્પર્ય કે પૃથ્વીપરનાં સર્વ પ્રાણી અને વનસ્પતિનો એ મુખ્ય આધાર છે. જગત્ ચલનનાં આવાં આવાં અગત્યનાં સાધનપર પૂર્ણ ધ્યાન આપવું જોઈએ. માટે વાતાવરણમાંથી વરસાદ અને બરફ પૃથ્વીપર પડેછે ત્યાર કેડે તેમનું શું થાયછે તેપર હવે લક્ષ આપીએ.

જમીનપર પાણીનું ભ્રમણ.

૧. વરસાદનું શું થાયછે ?

૯૯. પૃથ્વીની સપાટીપરથી પાણીની વરાળ થઈને વામાં સદા ભળેછે અને તે ઠરી જઈને પાછી પૃથ્વીપર આવેછે, તોપણ એકંદરે અને ઘણે વર્ષે નદી, દરિયા, અને સરોવરનાં પાણીમાં દેખાઈતી વધઘટ થયેલી જણાતી નથી; માટે બાષ્પભવન અને સંકોચન સમતુલ્ય છે.

૧૦૦. પરંતુ એ સ્પષ્ટ છે કે જે ક્ષણે પાણી વામાંથી નીચે પડેછે તેજ ક્ષણે તેની વરાળ થતી નથી. વરસાદનું ઝાપટું આવી રહ્યા પછી તરતજ રસ્તા સૂકાઈ કોરા થતા નથી. અને

કલાકના કલાક સૂધી ભારે વરસાદ પડેછે ત્યારે આખો દેશ જળમય થાયછે અને વરસાદ બંધ પડ્યા પછી પણ ઘણા દિવસ સૂધી એ પ્રમાણે રહેછે. સૂકાઈ જવાથી એટલે બાષ્પભવનથી વરસાદનું કેટલુંક પાણી અદૃશ્ય થાયછે, પરંતુ એ રીતે તેનો થોડો ભાગ લોપ થાયછે. વરસાદના પાણીનો મોટો ભાગ બીજે પ્રકારે અદૃશ્ય થાયછે.

૧૦૧. સાગરોપર જે વરસાદ વરસેછે તે પૃથ્વી પરના એકંદર વરસાદનો વિશેષ ભાગ છે, કેમકે જમીનની સપાટી કરતાં સાગરની સપાટી લગભગ ત્રણ ગણી મોટી છે. એ વરસાદનું પાણી દરિયાના ખારા પાણી જોડે ભળી જવાથી ઓળખી શકાતું નથી. બાફ થઈ ઊડી જવાથી સમુદ્રનાં પાણીમાં ઘટ પડે તે ઘણીખરી એ પાણીવડે પૂરી પડેછે, કારણ કે બાષ્પભવન થવાનું સર્વથી મોટું સ્થળ સાગર છે. વાતાવરણમાં વરાળ હોયછે તેમાં વધારે મોટો હિસ્સો સાગરપર બનેલી વરાળનો છે.

૧૦૨. તેમ વળી તમામ જમીનપર કુલ વરસાદ વરસેછે તેનો જથો પણ પુષ્કળ હોવો જોઈએ. ઉદાહરણ, એવો અડસટો કહાડવામાં આવ્યોછે કે બ્રિટિશ દ્વીપોમાં દરવર્ષે લગભગ ૬૮.ઘન મૈલ વરસાદનું પાણી પડેછે અને એથીએ વધારે વરસાદ થાયછે એવા બીજા દેશો ઘણા છે. જમીનપર જે વરસાદ વરસેછે તેવિષે તપાસ કરશો તો તમારા જાણવામાં આવશે કે તે પાણી એકદમ સૂકાઈ જઈ અદૃશ્ય ન થતાં બીજી રીતે જતુ રહેછે. વરસાદ વરસેછે ત્યારે જે બનેછે તેની નિરીક્ષા કરો. વરસાદ ભારે હશે તો કચરાળા પાણીનાં વહેણ શેરીઓ, પોળો, અને રસ્તાપર વહેતાં અને ખેતરાંમાંથી નીકળી વહેળામાં ભળતાં જોશો. એમાંના હર કોઈ વહેળા જોડે ચાલ્યા જશો તો તે વહેણ કોઈ મોરી કે નાળામાં જતું દેખાશે; મોરી કે નાળાનું પાણી મોટા વહેળામાં જાયછે; વહેળાનું પાણી નદીમાં જાયછે; અને ઘણે દૂર જશો તો તે નદીનું પાણી દરિયામાં જતું દેખાશે. હવે દુનિયા માંહેલાં સર્વે નદી નાળાંમાં એ રીતે પાણી-

નું વહેણ ચાલેછે તેવિષે.વિચાર કરશો તો જમીનપરથી વરસાદનું પાણી સાગરમાં કેટલું બધું જાયછે તેનો તમને તુરત ખ્યાલ આવશે.

૧૦૩. પણ શું વરસાદનું બધું પાણી એ રીતે સાગરમાં એકદમ વહી જાયછે? બેશક નહિ. એનો તમે સહજ પુરાવો આપી શકો. ધારો કે વરસાદ આવ્યા પહેલાં જમીન બહુ કોરી હતી અને વરસાદ બંધ પડ્યા પછી તમે પાવડે ખોદી થોડીક માટી કાઢો તો એ વેળા શું તે માટી સૂકી હશે? ના, તે માટી કોરી હોતી નથી, કેમકે વરસાદનું થોડુંક પાણી જમીનમાં ઊતરેલુંછે. તમે વધારે ઊંડું ખોદશો, અથવા મજૂરો ઊંડો ખાડો ખોદેછે તે વેળા તે જોશો તો તમારા દીઠામાં આવશે કે અંદરની જમીન ભીની છે એટલુંજ નહિ, પણ તેમાં પુષ્કળ પાણી છે તેને ભેગું કરી ઉપર લાવી શકાય. માટે સ્પષ્ટ છે કે જમીનપર વરસાદ આવેછે તેનો ઘણોક ભાગ જમીનની અંદર ઊતરી એકઠો થવો જોઇએ. તમે એમ ધારતા હશો કે એ રીતે જે પાણી અદૃશ્ય થાયછે તે ઉપર કહેલી સામાન્ય આવજાથી ખચીત વિખૂટું પડવું જોઇએ. સપાટીની નીચે તે જાયછે ત્યારે ફરીને સપાટીપર તે શી રીતે આવી શકે?

૧૦૪. તોપણ એવિષે થોડો વિચાર કરવાથી તમારી ખાતરી થશે કે સપાટીની નીચે તેનું ગમે તેમ થાયછે તોએ તે બરબાદ જતું નથી. વરસાદનું જેટલું પાણી જમીનની અંદર ઊતરે તેટલું સપાટીપર આવજા કરનાર પાણીથી સદા વિખૂટું પડે તો પૃથ્વીની સપાટીપરના પાણીના જથામાં હમેશ અને દેખાઈતો ઘટાડો થવો જોઇએ. સાગર વધારે સાંકડા અને છાછર થતા જવા જોઇએ; નદીઓ અને સરોવરો સૂકાતાં જવાં જોઇએ. પરતુ જે નિરીક્ષા થઈ શકેછે તેમાં એ પ્રમાણે થતું માલૂમ પડતું નથી; ઘણા જમાના થયાં સાગરનો વિસ્તાર અને ઊંડાણ જેવાંને તેવાં છે અને નદીઓ તથા સરોવરો પણ જેવાંને તેવાં છે. માટે જે પાણી જમીનની અંદર જાયછે તે ફરીને પૃ૪

ઉપર આવતું ન હોય તો તે એટલું થોડું હોવું જોઇએ કે જે પાણી પાછું આવેછે તેમાં દેખાઇતો તફાવત પડે નહિ. વરસાદનું કેટલુંક પાણી જમીનમાં જતું રહેછે તે છતાં વાતાવરણ, ભૂમિ, અને સાગરમાં પાણીની આવજા થાયછે તે દેખાઇતી ઘટે વિના થયાં કરેછે.

૧૦૫. માટે તમને એવું અનુમાન કરવું પડેછે કે જમીનની અંદરનું પાણી પૃષ્ઠઉપર આવવાને કોઇ માર્ગ હોવો જોઇએ. એ પાણી ઝરણવડે ઉપર આવેછે તે હેઠલા પાઠમાં તમે શીખશો. એ ઝરણ પૃથ્વીમાંથી બહાર નીકળી નદી નાળાંને પોષેછે, અને તે વાટે સાગરમાં જાયછે.

૧૦૬. વરસાદનું શું થાયછે? એ પ્રશ્નનો હવે તમે ઉત્તર આપી શકો. એનો મોટો ભાગ જમીનમાં ઊતરેછે અને પછી ફરીને ઝરણને રસ્તે બહાર આવેછે; એનો થોડોક ભાગ નદી નાળાંમાં એકઠો થાયછે; અને એ ભાગમાંના જેટલા જળની વરાળ થઈ નહિ હોય તેટલું જમીનપર વહી છેક્ષે સાગરને મળશે.

૧૦૭. માટે વરસાદના પાણીને જવાના બે ભિન્ન માર્ગ છે—એક જમીનની નીચે અને બીજો જમીનની ઉપર. જે પાણી જમીનની અંદર જાયછે તે વિષે પ્રથમ કહેવું સુગમ પડશે.

૨. ઝરણ કે ઝરા શી રીતે બનેછે?

૧૦૮. વરસાદનું જે પાણી જમીનમાં ઊતરેછે તે વિષેનો આ પાઠ છે. દેશ દેશોનાં પૃષ્ઠ જે માટી અને પાહાણાનાં બનેલાંછે તેની લક્ષપૂર્વક પરીક્ષા કરેથી જણાયછે કે કઠણાશમાં અને કુમાશમાં (તેના દાણામાં) તેમની વચ્ચે મોટો ભેદ છે. કેટલાંક પોચાં અને છિદ્રાળુ છે, અને કેટલાંક કઠણ અને સંગીન છે. એથી કોઇમાં વધારે પાણી ઊતરેછે અને કોઇમાં ઓછું ઊતરેછે. ઉદાહરણ, રેતાળ જમીન છિદ્રાળુ કે જળશોધક છે, કેમકે રેતીના ઝીણા કણ છૂટા છૂટા હોયછે અને કોઇ

બિંદુએ તેઓ એકએકને માત્ર અડકેછે તેથી તેમની વચ્ચે ખાલી જગ્યા રહેછે. એ ખાલી જગ્યામાં પાણી ઝટ ઊતરી પડે-છે. જેમ વાદળી પાણી ચૂશી લેછે તેમ રેતાળ ભોંય પાણીને લઈ લે ને નીચે ઊતરી જવા દે. પણ માટીની જમીન અછિદ્રાળુ કે જળરોધક હોયછે; એના કણ બહુ ઝીણા અને એક એકની ઘણા પાસે રહેલા હોયછે તેથી પાણીને ઊતરતાં અટકાવેછે. જ્યાં એવું તળીયું હોય ત્યાં પાણીને નીચે ઊતરી જવાનો માર્ગ મળતો નથી, અને નીચેથી ઉપર આવી શકાતું નથી. તે માટી-માં રોકાઈ તેને બીજો રસ્તો ખોળવાની જરૂર પડેછે.

૧૦૯. રેતાળ ભોંય કોરી હોયછે તેનું કારણ એ કે તેમાં થઈને વરસાદનું પાણી ઝટ નીચે ઊતરી પડેછે; માટીની જમીન ભીની હોયછે, કેમકે તેમાં પાણી ભરેલું રહેછે; નીચે ઊતરી જવાનો માર્ગ માટીમાં પાણીને ઝટ મળતો નથી.

૧૧૦. વરસાદનું પાણી અને ઓગળેલા બરફનું પાણી ભોં-યમાં ઊતરેછે ત્યાંજ રહેતું નથી. જમીનમાં ઊંડો ખાડો ખોદશો તો નીચેનાં પડોના રજકણોની વચ્ચે સમાઈ રહેલું પાણી ખા-ડાની બાજૂઓમાંથી ઝરતું તથા ખાડાને તળીએ થોડીવારમાં એકઠું થયેલું જોવામાં આવશે. એ પાણીને બહાર ઉલેચી ના-ખશો તોએ પાસાંમાંથી પાણી ઝર્યાં કરશે, અને થોડા વ-ખતમાં ફરીને ખાડામાં પાણી ભરાશે. એ ઉપરથી તમે જોશો કે જમીનની અંદરના પાણીને જવાની વાટ જડે તે વાટે તે વહે.

૧૧૧. હવે જમીનની અંદર માટી, રેતી, અને પાહાણાનાં પડો છે તેમાંનાં ઘણાંક છિદ્રાળુ હોયછે, જેમકે રેતીના પત્થર. વળી તેઓમાં થોડી ઘણી ફાટ પડેલી હોયછે; વખતે તરડાયલા કાચના જેવી ઝીણી તડો હોયછે, અને વખતે મોટા પહોળા ચીરાડા અને બાકાં પડેલાં હોયછે. જમીનની નીચેના પાણીને વહેવાના માર્ગ એ છે. માટે પાણી બિલકુલ ઊતરી શકે નહિ એટલું કઠણ અને સંગીન પડ હોય, તથાપિ તેમાં ઘણી ફાટ હો-ય, તો તેમાં થઈને પુષ્કળ પાણી વહી શકે. ઉદાહરણ, ચૂનાનો

પત્થર અતિ કઠણ છે; તેના કણોમાં થઇને થોડુંજ પાણી જઈ શકેછે; તોપણ તેમાં એટલી બધી ફાટ હોયછે અને તે ફાટો-માંની ઘણીક એટલી તો પહોળી હોયછે કે તેમાં થઇને પુષ્કળ પાણી વહેછે.

૧૧૨. જે પહાડી પ્રદેશોમાં ભોંય ખેડાયલી નથી તેઓમાં ઘણે ઠેકાણે ઊનાળામાં પણ ભીની જમીન કે છબછબા પાણી દીઠામાં આવેછે. આસપાસની જમીન સૂરજના તાપે સેકાઈ-ને કઠણ થઇ ગયેલી હોયછે, પરંતુ એ સ્થળો, એટલો તડકો છતાં, ભેજવાળાં રહેછે. એ પાણી એ સ્થળોમાં ક્યાંથી આવે-છે? વાયુમાંથી નથી આવતું એ સ્પષ્ટ છે; કેમકે એમ હોય તો આસપાસની બધી ભોંય ભીની ને પાણીવાળી હોય. તે ઊંચેથી આવતું નથી; પરંતુ નીચેથી આવેછે. ત્યાં જમીનનું ઝરણ બહાર નીકળેછે; અને નીચેથી પાણી નિરંતર બહાર નીકળ્યાં કરેછે તેથી ત્યાં પાણી કે (થોડું પાણી હોય તો) ભીનું રહેછે. તમે જોશો કે બીજાં સ્થળોમાં પાણી જમીનની અંદર ઊતરેછે એટલુંજ નહિ, પણ સ્વચ્છ પાણીનો નાનો પ્રવાહ ચાલેછે. એ વહેળાના મૂળ સુધી ચાલ્યા જશો તો ભોંયમાંથી કે પત્થરમાંથી એ પાણીને ઝ-રતું કે ધશી આવતું જોશો. એને ઝરણ કે ઝરો કહેછે.

૧૧૩. જમીનની અંદરના પાણીને બહાર નીકળવાના રસ્તા એ ઝરા છે. પરંતુ તમે એમ પૂછશો કે એ પાણીને બહાર શા-વાસ્તે નીકળવું જોઇએ? અને શાથી તે ઉપર આવેછે?

૧૧૪. પૃથ્વીનાં ઘણાં પડો એક એકપર કેવી રીતે રહેલાંછે તે નીચેની આકૃતિ પરથી સમજાશે. જમીનમાં કૂવો ખોદશો તો

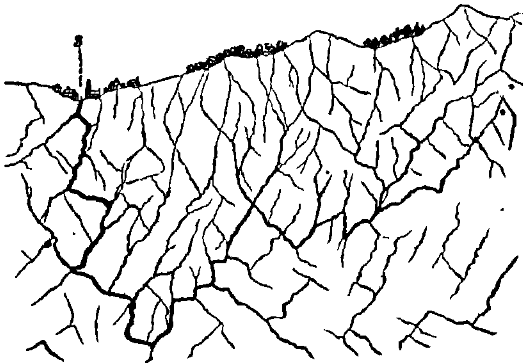


આકૃતિ ૫ મી.—સપાટીપરનાં ઝરણની ઉત્પત્તિ કે મૂળ.

એવી રચના નજરે પડશે. તેઓ ચપટા થર જેવાં ગોઠવાયલાં-છે. આપણે એમ ધારીએ કે a એ માટીનું જળરોધક ચપટું

પડ છે, અને b એ રેતી જેવા પદાર્થનું છિદ્રાળુ પડ છે. જમીનના પૃષ્ઠ ઉપર વરસાદ વરસે તેનું પાણી ઊપલા પડની માંહે ઊતરેછે પણ તેની નીચેનું પડ તેને અટકાવ કરેછે, તેથી તે ત્યાં એકઠું થાયછે, અથવા તે હેઠલા પડ ઉપર વહેતું બહાર નીકળેછે. કોઈ ખોભણ કે ખીણનું તળીયું એ પાણીના વહેવાના માર્ગની સપાટી નીચે હશે તો આકૃતિમાં s s આગળ બતાવ્યા મુજબ ખીણની બાજૂએ ઝરણ બહાર નીકળશે. આ ઠેકાણે બે ભિન્ન ભિન્ન પ્રકારનાં પડના સંગમમાં પાણી ઝરેછે, તેમ કોઈ ઠેકાણે ઉપર કહેલી પુષ્કળ ફાટમાંની કેટલીક ફાટમાં થઈને પાણી વહેછે. માર્ગ હોય તો પાણી ઉપર, આગળ, કે હેઠળ વહ્યાવિના રહે નહિ, પછી ગમે તે પ્રકારનો માર્ગ હોય; અને જમીનની અંદરનાં પડોમાં એટલી બધી ફાટ હોયછે કે તેને વહી જવામાં મુશ્કેલી લાગતી નથી.

૧૧૫. પરંતુ જમીનની અંદરનું ઘણુંક પાણી ખાણોની સ-



આકૃતિ ૬ ઠી.—કોઈ પ્રદેશના ભાગનો ખંડ ઊંડા ઝરણનું મૂળ દર્શાવેછે. પથરાની પુષ્કળ ફાટોમાં થઈને પાણી મુખ્ય વહેળામાં જાયછે અને પાછું ઝરણરૂપે ઉપર દોડી આવેછે.

પાટીની અને સાગરની સપાટીની નીચે ઊતરતું હશે. મૈલના મૈલસૂધી તે નીચે ઊતરે, તોપણ આખરે તે પાછું પૃષ્ઠ ઉપર આવે-

છે. આ શી રીતે બનેછે તે સ્પષ્ટ મનમાં ઊતરે માટે વરસાદનું એક ફોરૂં જમીનમાં ઊતરેછે ત્યારથી તે પાતાળમાં ઉપર તળે ઘણો કાળ ફરી પૃષ્ઠ પર પાછું આવેછે ત્યાંસુધી તેની પાછળ જઈએ. બીજાં ફોરાં જોડે મળી જઈ તે ભોંયમાં ઊતરી જાયછે. અને પડોની ફાટ માર્ગે કોઈ સેર વહેછે કે ટીપાં ટપકેછે તેમાં અથવા પાતાળમાં ઊતરતા મોટા વહેળામાં તે ભળેછે. એ રીતે કદાચ તે હજારો ફૂટ ઊંડું ઊતરી જે પડમાં પેસી વધારે ઊંડા ઊતરાતું નથી ત્યાં આવી પહોચેછે. આખે રસ્તે આડાં અવળાં ઘૂસતાં તેની પાછળ બીજાં ફોરાં લાગેલાંછે તેઓ બધાં પણ ત્યાંજ આવી અટક્યાં. આ બધાં ફોરાં એકઠાં થવાથી પાણીનો મોટો જથો ભેગો થાયછે, અને પૃષ્ઠ ઉપરથી નવું પાણી સદા ઊતરી તેપર વધારે વધારે દબાણ કરેછે. હેઠે ઊતરાતું નથી ને ઉપરથી દબાણ વધ્યું જાયછે તેથી કોઈ બીજી દિશામાં જવાનું તે કરેછે. ઉપરથી આવતા પાણીના દબાણથી ફાટો, ખો. વગેરેમાં તે પાણી ધસેછે, ને ઉપર ચઢે, વળી નીચે ઊતરે, વળી ઉપર ચઢે, એમ કરતું કરતું કોઈ ઠેકાણે ઝરણરૂપે દોડી આવતું દેખાયછે (પદાર્થ વિજ્ઞાનની પ્રવેશ પોથીની ૨૩ મી કલમ જુઓ).

૧૧૬. એ રીતે જમીનમાંથી પાણી નીકળી પુષ્કળ ઝરા વહેછે તેમાંનો પ્રત્યેક ઝરો સિદ્ધ કરેછે કે જેમ પાણી પૃથ્વીના પૃષ્ઠઉપર ભમેછે તેમ પૃષ્ઠની નીચે પણ ફરેછે. એમ પોતાની મેળે ઉપર આવેલાં ઝરણાં ઊપરાંત હાથે ખાડા ખોદવાથી પણ એ પાતાળનું વહેણ સાબીત થઈ શકેછે. એ પાણી લેવામાટે લોક કૂવા ખોદાવેછે. ખાણ, ખાડા, પત્થરની ખાણ, અને હરકોઈ જાતના ઊંડા ખાડા ખોદતાં એ પાણી ઘણો અડચણ કરેછે; તેઓને કોરા રાખવાને બંબેવતી પાણીને ઉલેચી કાઢવું પડેછે.

૩. જમીનની નીચે પાણીની કૃતિ.

૧૧૭. પૃથ્વીમાંથી ઝરણનું નિર્મળ બિલોરના જેવું પાણી નીકળેછે તેથી બીજું કોઈ પાણી વધારે સ્વચ્છ દેખાતું નથી.

રસાયનશાસ્ત્રમાં જેને પૂર્ણ સ્વચ્છ પાણી કહેછે તેમાં ઑક્સિજન અને હૈડ્રોજન નામે માત્ર બે તત્વો રહેલાંછે. પરંતુ ઝરણનું પાણી ગમે તેટલું નીતર્યું અને કાચના જેવું ચળકતું હોય તોપણ તેમાં કાંઈક બીજી વસ્તુ રહેલીછે. રસાયનશાસ્ત્રના પૂર્ણ સ્વચ્છ પાણીને ઉકાળી બાળી નાખશો તો વરાળ થઈ ઉડી જતાં વાસણમાં કાંઈપણ મેલ પાછળ રહેશે નહિ. વરસાદના પાણીમાં વાયુમાંથી થોડોક મેલ ભળેછે, તોપણ તે લગભગ સ્વચ્છ કહી શકાય, પરંતુ ઝરણનું પાણી ઉકાળી બાળી નાખશો તો વાસણમાં પાછળ ઘન પદાર્થ બાકી રહેલો દૃષ્ટિએ પડશે. એ રીતે પાણીની ચકચકતી પારદર્શકતા તેની રસાયની શુદ્ધતા દર્શાવેછે એમ ન જાણવું (રસાયનશાસ્ત્રના પ્રવેશ પુસ્તકની ૨૦ મી અને ૨૧ મી કલમ જુઓ).

૧૧૮. હવે વરસાદનું પાણી તો લગભગ નિર્મળ હોયછે, પણ તે જમીનના પેટામાં ઉપર નીચે રટણ કરી પાછું મથાળે પૃષ્ઠ ઉપર આવેછે ત્યારે હમેશ તેમાં થોડી ઘણી બીજી વસ્તુઓ મળેલી હોયછે તેપરથી અનુમાન કરવું પડેછે કે તે વસ્તુઓ તેણે માર્ગમાંના થરોમાંથી લીધી. એ પદાર્થ તેમાં અદૃશ્ય રહેલાંછે, કેમકે તેઓનું રસાયન મિશ્રણ થયેલુંછે (રસાયનશાસ્ત્રના પ્રવેશ પુસ્તકની ૨૩ મી કલમ જુઓ). કોઈ વાસણમાં થોડુંક મીઠું કે ખાંડ મૂકી તેપર પાણી રેડશો તો તે પાણીમાં ઓગળી જઈ અદૃસ્ય થશે: તે પાણીજોડે મળી ભેળસેળ થઈ જાયછે. તમે તેને જોઈ શકતા નથી, પરંતુ પાણીજોડે મળી જવાથી તેમાં જે સ્વાદ આવેછે તેણે કરીને તમે તેને ઓળખી શકોછો.

૧૧૯. એ રીતે ભોંયમાં ઊતરેલું પાણી અંદરની વસ્તુઓનો થોડોક ભાગ ઓગાળી પોતાની જોડે સપાટીપર આણેછે. પરંતુ તમે એમ કહેશો કે ખાંડ અને મીઠું તો પાણીમાં ઝટ પી-

ગળી જાયછે, પણ નક્કર પાહાણા તેમ ઓગળતા નથી; તો નક્કર પથરામાંથી ઘન મળ ઝરણો કેમ લાવી શકે ?

૧૨૦. તમને યાદ છે કે વાનાં ઉપયોગી અંગભૂતોમાં કાર્બોનિક આસિડ નામે એક વાયુ છે, અને વનસ્પતિ અને પ્રાણી એ પદાર્થને વામાંથી લેછે અને વાને આપેછે (૪૪ મી કલમ જુઓ). વાતાવરણમાં થઈને પૃથ્વીપર આવતાં થોડાક વાનું વરસાદ શોષણ કરેછે. થોડોક કાર્બોનિક આસિડ ગ્યાસ, ધૂળ અને મેશના રજકણ, હાનિકારક વાયુ, બારીક જીવ, બીજ, અને વામાં ઊડતી બીજી વસ્તુઓ વરસાદમાં ભળી જાયછે, ને તેની હારે પૃથ્વીપર પડેછે. એ રીતે તે જાણે વાયુને ધોઈ સાફ કરી વધારે ગુણકારી કરેછે.

૧૨૧. વામાંનો મેલ વરસાદ લેતો આવેછે એટલુંજ નહિ, પણ જમીનપર પડ્યા પછી એ મેલમાં ઘણો વધારો થાયછે. ખેતર કે બાગમાંની થોડી માટી લેશો તો તેમાં અતિ બારીક રેસા અને કોહી જતાં મૂળીઆં ભળેલાં દેખાશે. એમાં હમેશા સકરણ પદાર્થ, અને તેમાટે (કલમ ૪૪ મી) કાર્બોનિક અને બીજા કેટલાક આસિદ ઓછા વત્તા ભળેલા હોયછે. એમાંની થોડીક માટી લોઢાના તવેથાપર મૂકી દેવતાપર ધરશો તો તે સકરણ પદાર્થ બળી જશે, કાર્બોનિક આસિદ જતો રહેશે, અને માટીનો રંગ બદલાઈ જશે.

૧૨૨. વરસાદ વાયુમાંનો કાર્બોનિક આસિદ લેતો આવેછે તેમાં જમીનમાંથી વધારે મેળવી ઉમેરો કરેછે ને તેવડે પાષાણપર હૂમલો કરી તેમનો ભક્ષ કરેછે. નિર્મળ પાણી એ રીતે પાહાણા ખાઈ શકતું નથી (રસાયનશાસ્ત્રની પ્રવેશ પોથીનો ૨૮ મો પ્રયોગ જુઓ).

૧૨૩. ઘણા પાહાણાપર, અને કેટલાક અતિકઠણ પાહા-

ણાપર પણ કાર્બોનિક આસિદવાળા પાણીની જબરી અસર થાયછે. તેમનું દ્રવ્ય ઓછું વત્તું ઓગાળી પોતાનામાં ભેળી સાથે લઈ જાયછે. ઉદાહરણ, ચાક કે ચૂનાને એવું પાણી લાગેછે ત્યારે તે ઘણો ખરો ઓગળી જઈ તેમાં મળી જોડે જાયછે, અર્થાત્ તેવા પાણીથી એ પાહાણા ખવાઈ કે ઘસાઈ જાયછે. એ મિશ્રણ તે પાણીમાં ચળકતું અને નીતર્યું જણાય. જે દેશોમાં ચાક અથવા ચૂનાના પત્થર પુષ્કળ હોયછે તે દેશોમાં પાણીની એ કૃતિવડે જમીનનું પૃષ્ઠ ખવાઈ જઈ તેમાં ખાડા પડેછે. એવા પ્રદેશમાંનાં ઝરણોનું પાણી હમેશા ભારે કે કઠણ હોયછે, એટલે તેમાં ખનિજ પદાર્થ પુષ્કળ હોયછે; પરંતુ વરસાદના પાણીમાં થોડોજ મળ હોયછે તે અને જે ઝરાના પાણીમાં થોડો મળ હોય તે હલકું કે નરમ કહેવાયછે (રસાયનવિદ્યા પ્રવેશ પોથીની કલમ ૨૬ મી જુઓ).

૧૨૪. ઝરણનું પાણી જમીનમાંથી જે પદાર્થો લાવેછે તેમાંના ઘણા પદાર્થો પ્રાણી તથા વનસ્પતિને ઉપયોગી છે. ઉદાહરણ, ચૂનો, ખાર અને લોહું ઝરણના પાણીમાં આવેછે તેઓ સર્વે અતિ અગત્યનાં છે. પ્રાણીનાં હાડકાં બનવામાં ચૂનો કામ આવેછે, અને લોહીને રંગ લોઢાથી ચડેછે. એ વસ્તુઓ જોઈએ એટલી આપણા ઘન ખોરાકમાંથીએ મળેછે, તોપણ ઝરણના પાણીમાં એ પદાર્થો હોવાથી વરસાદના પાણી કરતાં તે પીવામાં અને રાંધવામાં વધારે ગુણકારી છે.

૧૨૫. આખી પૃથ્વીપર વહેતા ઝરામાંનું દરેક ઝરણ અંદરથી કાઈ પદાર્થોને પોતામાં ભેળી પૃષ્ઠઉપર લાવેછે, તેથી એ સ્પષ્ટ છે કે એમ ઓગળી પાણી જોડે ઘસડાઈ આવવાથી અંતે પૃથ્વીનાં પડોનો એકંદર ઘસારો ઘણો થયાવિના રહે નહિ. પાતાળના પાણીને વહેવાને મ્હોળાં કાતરો અને ખો હોયછે તેનું કારણ

હવે તમે સમજી શકશો, કેમકે જેને અડીને પાણી વહેછે તેમાંથી થોડો ભાગ તે હરી લેછે, તેથી ચીરા અને ફાટો પહોળી થઈ ધીમે ધીમે વધારે પહોળા રસ્તા બનેછે. એ રીતે દુનિયાના



આકૃતિ ૭ મી.—ધરતીની અંદરના ચૂનાના પાહાણામા પાણીએ ઓદેલી બખોલ.

જુદા જુદા ભાગોમાં જમીનની નીચે ઘણા ગજ ઊંચી અને ઘણા મૈલ લાંબી મોટી ગુફાઓ બનેલીછે.

૪. પૃથ્વીના પૃષ્ઠનો ક્ષય શી રીતે થાયછે?

૧૨૬. હરકોઈ પથરાના મકાનને બંધાવ્યાને બસેં ચારસેં વરસ થઈ ગયાં હોયછે ત્યારે તેની ભીંતપર સલાટોની કરેલી સ-

ફાઈ અને શોભા જતી રહેછે. પથરા ખઈ જઈ તેમાં છિદ્રો અને ખાડા પડેછે, અને થાંભલા અને બારી બારણાંની નકશી એટલી ખરી જાયછે, કે તે પર કહાડેલાં ચિત્ર ઓળખી શકાતાં નથી. જૂની ઈમારતો કાળથી ખવાઈ જાયછે એ બિના એટલી તો જાણીતી છે કે જૂનાં મકાનમાં તેની નિશાની હોવી જોઈએ એવું સર્વે ધારેછે, અને તે નજરે પડતું નથી ત્યારે તે ઈમારત ખરેખરી જૂની છે એવિષે સંદેહ રહેછે.

૧૨૭. વળી મસીદોની પાસે કબરો હોયછે તેઓ જેમ જૂની તેમ તેઓપરના પથરા વધારે ખવાઈ ગયેલા દેખાયછે. કોઈક ઘરોપરના લેખ તો થોડા જમાનાપરજ કોતરાવેલા છતાં એટલા ખઈ ગયેલાં હોયછે કે તેમાં કોનાં નામ અને ગુણ નોંધેલાંછે તે વંચાઈ શકાતું નથી. શહેરોમાં એવું વધારે જોવામાં આવેછે.

૧૨૮. એમ કાળે કરીને કઠણ પથરાનું ખવાઈ જવું તમારા જાણવામાં છે. પણ એ કૌતક શાથી થતું હશે એવો પ્રશ્ન તમને કદી સૂઝેલો? પથરા શાથી ખઈ જાયછે, અને તેથી કિયાં કાર્યો પાર પડેછે?

૧૨૯. ઈમારતો વગેરે મનુષ્યે કરેલાં બીજાં બાંધકામોમાં એ ખઈ જવું નજરે પડેછે, અને તે કેટલું થયુંછે તે માપી શકાય, કેમકે અત્યારે પાહાણા સૂઝે એટલા ખરબચડા અને ખઈ ગયેલા હોય, પણ જ્યારે તેઓને ચણ્યા ત્યારે કડીઆઓએ લીસા કર્યા હતા. આ ક્ષય માણસનાં ચણતર કામોમાં માત્ર છે એમ નથી. આખી પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર એ થયાં કરેછે.

૧૩૦. પૃથ્વીનું પૃષ્ઠ ખઈ જાયછે, અને ડુંગરો અને પાહાણા ખરી પડેછે એ કહેવું તમને એટલું નવાઈનું લાગશે કે તે વાત સાચી છે કે નહિ તેની ખોળ હરેક પ્રસંગે કરવી જોઈએ. જૂનાં ઘર, દહેરાં, મસજીદ, વગેરે ઈમારતો અને નકશી કામ, તથા કરાડા, કોતર, ટીંબા, ભેખડો, અને નાળાં નજીકમાં હોય તે નજરે જુઓ. દરેક કરાડાની તળેટી અને બાજૂઓ ઉપર

ખડકમાંથી ખરી પડેલા મોટા પાહાણા અને નાના પથરાના ઢગ કે વિખરાયેલા દેખશો. પાણી ઠરી જાયછે તેવાં સ્થળોમાં શિયાળો વીત્યા કેડે જઈ નિરીક્ષા કરશો તો તરતના તૂટેલા પાહાણા અને તેઓ ક્યાંથી ઊખડી પડેલા તે તમારા દીઠામાંએ આવશે.

૧૩૧. એ રીતે તમારા પોતાના ગામમાં અને પરગણામાં તપાસ કર્યાથી જણાશે કે નક્કરમાં નક્કર પથરા દેખાઈતા અતિ કઠણ અને લઠ્ઠ છતાં ખરી પડેછે. ટૂંકામાં જ્યાં ખડકો વામાં ઉઘાડા છે ત્યાં તેઓ ક્ષય પામેછે. તો એમ તેઓ શાથી ખઈ જાયછે તે આપણે જોઈએ.

૧૩૨. કાર્બોનિક આસિદની કૃતિ ૧૨૩ મી કલમમાં વર્ણવેલીછે તે વિષયપર પ્રથમ ફરીને જઈએ. વરસાદનું પાણી વાતાવરણમાંથી થોડોક કાર્બોનિક આસિદ લેછે અને તે સાથે ભોંયમાં ઊતરી અંદરના ખડકોમાંના કેટલાક ભાગને ફોલી ખાયછે, એ તો તમને યાદ હશે. એ આસિદવાળું જે પાણી પૃથ્વીના પૃષ્ઠની ઉપર બાંધેલું કે ઘેરાયલું રહેછે અથવા માર્ગ મળવાથી વહેછે તે પણ એજ કામ કરેછે. ખડકનો જે ભાગ તે ખેરવી શકેછે તેને થોડે થોડે ઓગાળેછે. કોઈ પાષાણ, જેમકે ચૂનાનો પાષાણ, બધો કે ઘણોખરો ઓગળી જઈ પાણી જોડે જાયછે. કોઈમાં તો ચીકાસ એટલે જેવડે તેના કણ એક એકને ચોંટી રહ્યાછે તે ઓગળી ધોવાઈ જાયછે; જે વસ્તુવડે તેના કણ એક એકને વળગી રહ્યા હતા તે જવાથી તેઓ માટી કે રેતી રૂપે ખરી પડેછે; ને પછી વરસાદના પાણી જોડે ઘસડાઈ જાયછે. એ માટે પાષાણોના ખે કરનારામાં એક વરસાદના પાણીમાં ભળેલો કાર્બોનિક આસિદ છે. એની કૃતિથી કેટલાક પાષાણ ક્ષય પામેછે.

૧૩૩. એ કામમાં સહાય કરનાર વરસાદના પાણીમાં ભળેલો ઑક્સિજન વાયુ છે. સૂરત, મુંબાઈ, વગેરે સમુદ્ર કાંઠાપર આવેલાં સ્થળોની હવામાં ભેજ ઘણો હોયછે ત્યાં ચળકતા

લોઢાપર થોડા વખતમાં કાટ ચડેછે. કેટલેક વરસે લોઢાની જાળીઓ, લોઢાની સાંકળો, કડાં, વગેરે ખવાઇ જાયછે. તેઓ-પરથી પોપડા ઊખડેછે અને મેલો પીળો ભૂકો ખરેછે. એ કાટને તમે ખોતરી શકો. લોઢું અને ઑક્સિજન એ બેના સંયોગથી બનેલો એ મિશ્ર પદાર્થ છે. જ્યાંસૂધી લોઢાનો કોઈ પણ ભાગ કટાયા વિનાનો રહેછે ત્યાંસૂધી એ થયાં કરેછે, કેમકે કાટની હરએક પોપડી ખરવાની જોડે તે લોઢાનું તાજું પૃષ્ઠ ઑક્સિજનને હાથ આવેછે. લોઢાના ધાટને જે થાયછે તેજ ઘણાક પાષાણોને પણ થાયછે; પરંતુ તે એટલું બધું તાત્કાલિક કે જોરથી નથી. ઑક્સિજનને શોષી તેઓ પણ કટાયછે. તેઓ-પર કાટના પોપડા બાઝેછે. એ પોપડા વરસાદથી ખરી પડેછે એટલે પાહાણાનાં પૃષ્ઠપર સદા હાજર અને ચંચળ ઑક્સિજ-નની અસર લાગવા માંડેછે.

૧૩૪. ત્રીજું, ઘણાક પાહાણાનાં પૃષ્ઠના પોપડા હિમથી ઊખડી પડેછે. . જે દેશોમાં પાણી ઠરે એટલી ટાઢ પડેછે ત્યાં પાણી ભરેલી ગોળીને વખતે તળીએથી ટોચ સૂધી એકાએક તડ પડેછે અને શહેરોમાં પાણીની નળીઓ ફાટેછે. એનું કારણ એ છે કે પાણી ઠરી તેનું હિમ એટલે બરફ થાય ત્યારે તે ફૂલેછે. પાણી પ્રવાહી રૂપે હોયછે ત્યારે જેટલી જગ્યા તે રોકેછે તેના કરતાં તેના બરફને વધારે જગ્યા જોઈએછે. પાણીનું બરફ થાય તે વેળા ફૂલવાને મોકળાશ ન મળે તો જે વાસણમાં તે હોયછે તેની બાજૂઓપર તે ભારે દબાણ કરેછે. એ બા-જૂઓ તે દબાણ ઝીલવાને અશક્ત હોય તો તેઓ ફાટે (પદા-ર્થવિજ્ઞાનની પહેલી પોથીની ૬૧ મી કલમ જુઓ).

૧૩૫. વરસાદનું પાણી ભોંયમાં ઊતરેછે એ તમે જાણોછો. કઠણમાં કઠણ પાષાણો પણ થોડા ઘણા છિદ્રાળુ હોયછે, અને કેટલુંક પાણી ચૂશી લેછે. જ્યાં શિયાળામાં પાણીનું બરફ બનેછે ત્યાં એ ચૂશેલું પાણી તેની અંદર બંધાઈ જાયછે અને તેથી પાણીની ગોળીઓ અને નળીઓ જેમ તરડાયછે ને ફાટેછે તેમ પહાડ પણ તરડાયછે ને ફાટેછે. જમીન અને પર્વતનાં પૃષ્ઠપરના કોઈ કાણામાં કે ફાટમાં પાણી એકઠું થયેલું હોય

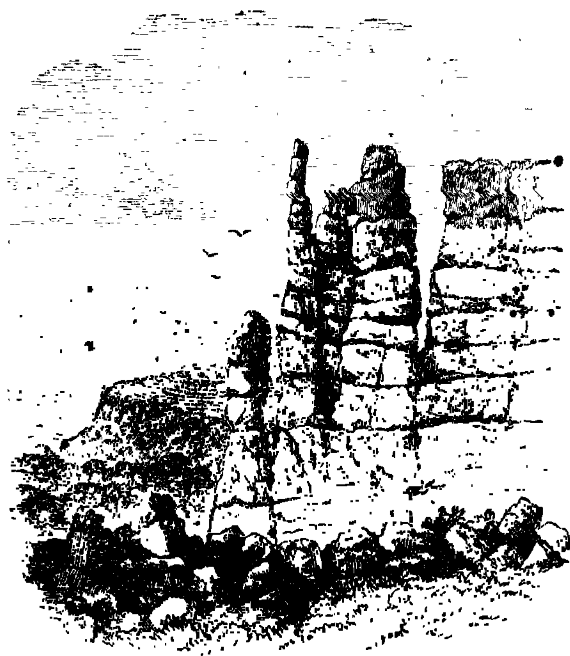
અથવા તેના રજકણોની વચ્ચે પ્રસરેલું હોય તેથી કાંઈ ફળમાં ફેર પડતો નથી. જ્યાં હોય ત્યાં તે વધારે ટાઢથી ઠરેછે, અને ઠરેછે એટલે ફૂલેછે. એમ ફૂલવામાં જે નડે તેને ફાડી મોકળાશ મેળવવાનો તે પ્રયત્ન કરેછે.

૧૩૬. ઠંડા દેશોમાં એ કારણને લીધે જમીનઉપર પણ હિમની કેટલીક વિચિત્ર અને જાણવાજોગ અસર થાયછે. ત્યાંનાં શહેરોના પત્થરે બાંધેલા રસ્તાઓઉપર હિમ પડેછે એટલે નાના પથરા ઊંચા આવેછે અને રસ્તાપર કાદવ થાયછે. પાંડવાથી કે વાટથાથી રેતીની અને માટીની ઝીણી રજ બને તેવી રજને બરફ પથરાપરથી છૂટી પાડેછે અને બરફ પીગળવાથી તેનો કાદવ થાયછે. એ માટે ભોંય ભાગવામાં છોડવાનાં મૂળીઆં અને રેસા અંદર પેસી શકે તેવી પોચી જમીન કરવાને બરફ ખેડુતને બહુ કામ લાગેછે. ખડકનાં પૃષ્ઠ વરસાદનું પાણી પી તર થયેલા હોય તેવામાં હિમ પડેછે, એટલે તેઓના રજકણોની વચ્ચેનાં છિદ્રોમાં પેઠેલું પાણી ઠરી જઈ ફૂલેછે. તેઓને ભચરડેછે. પાણી કરતાં બરફને વધારે જગા જોઈએ માટે તે રજકણોને બળાત્કારે ખસેડવાનું કરેછે. પરંતુ જમીનનાં પૃષ્ઠના જેવાં ખડકોનાં પૃષ્ઠ પોચાં નથી હોતાં અને તેઓના રજકણો એક એકને વધારે જોરથી વળગેલા હોયછે તેથી તેઓ વધારે પ્રતિરોધ કરેછે. જે રેતીના પાહાણા જેવા પોચા ને વધારે છિદ્રાળુ હોયછે તેઓનો ક્ષય ઉતાવળે થાયછે. એની ઊપલી પોપડીઓ ખરી પડેછે, એટલે નવી પોપડીઓ થઈ તેઓ ખરી પડેછે; એમ સદા પોપડીઓ ઊખડી જવાથી કે તેના કણો એક એકથી વિખૂટા પડી વરસાદમાં ધોવાઈ જાયછે.

૧૩૭. વળી જે કણોના પાહાણા બનેલા હોયછે તેઓની વચ્ચે પાણી ચૂશીને ઠરેછે એટલુંજ નહિ, પણ ખડકોમાં પુષ્કળ ચીરા કે સાંધો હોયછે તેમાં પેશી ઠરેછે. ખડકોનાં પૃષ્ઠપર કે પત્થરની ખાણમાં ઓછી વત્તી ઊભી ફાટોની લાઠીઓ કોઈવાર જોવામા આવેછે. એ ફાટોવડે સ્વાભાવિક રીતે ખડકના કકડા થયેલા હોયછે તેઓને કાપી ખાણ ખોદનારા મોટાં ચોરસાં કે થાંભલા બનાવેછે. એ તડોની વાટે પાણી નીચે ઊતરેછે એ તમે ૧૧૧ મા કલમમાં વાંચી ગયા. એ ઝીણા

તડોમાં એકદમ ઘણું પાણી ઊતરી શકે નહિ. પરંતુ તેઓ થોડી થોડી પહોળી થતી જાયછે, અને જેમ પહોળી થાય તેમ વધારે તેઓમાં ઊતરેછે. પાણી બંધાઈ બરફ થાય તે આ ફાટોની બેઉ બાજૂઓને એક એકથી આઘી ખસેડવાનો ભારે પ્રયત્ન કરેછે. અને ઘણા શિયાળા ગયા કેડે તેઓને લગીર વિખૂટી કરવાને તે શક્તિમાન થાયછે; પછી વધારે પાણી પેસેછે અને ઠરતાં વધારે જોર કરેછે એટલે છેલ્લે તે ચીરાથી થયેલા ભાગ તદ્દન છૂટા પડી જાયછે. ડુંગરોનાં પૃષ્ઠપર એમ બનેછે ત્યારે છૂટા પડેલા ભાગોમાંનો કોઈ તુટી પડી ગબડતો તળેટીએ પણ જાય.

૧૩૮. આ પ્રકારનો ક્ષય પાસેના ચિત્ર (આકૃતિ ૮) માં



આકૃતિ ૮ મી.—કરાડાનો ક્ષય.

બતાવ્યોછે. જે ખડકમાં ઊભા ચીરા હોયછે તેના ભાગોનું એ

ચિત્ર છે. એ ભાગો ઉપરથી પહોળા થઈ તેમાંથી મોટાં ગણી-આં વિખૂટાં પડી નીચે જમીનપર પડેલાંછે. જે દેશોમાં શિયાળામાં ઘણી ટાઢ પડેછે તે દેશોમાં ઊભા ખડકોની ફાટોમાંના બરફથી ઘણું ભંગાણ પડેછે.

૧૩૯. કાર્બોનિક આસિદ, ઑક્સિજન અને બરફ ઊપરાંત બીજી ઉપાધિઓને લીધે પણ પર્વતોનાં પૃષ્ઠ ખરી પડેછે. ઉદાહરણ. જ્યારે દિવસે સૂર્યના બહુ તાપે પાહાણા ઘણા તપેછે અને પછી રાત્રિએ ઉષ્ણતા નીકળી જવાથી જલદી ઠંડા પડેછે, ત્યારે ઉષ્ણમાનને એક છેડેથી બીજે છેડે જતાં પથરા ફૂલેછે અને સંકોચાયછે, પણ પાછા ફૂલેછે અને પાછા સંકોચાયછે. એમ થયાં કરવાથી તેઓના રજકણો છૂટા થઈ ખરી પડેછે, અથવા તેના પોપડાના પોપડા પણ એથી ખરી જાયછે.

૧૪૦. વળી જે પાષાણો એક ઋતુમાં વરસાદનું પાણી પૂર્ણ પી તર થાયછે, અને બીજી મોસમમાં તડકાથી અને પવનથી સૂકાઈ જાયછે તેઓ એમ ખરતા જાયછે.

૧૪૧. જુઓ એમ ભિન્ન ભિન્ન કારણોને લીધે પૃથ્વીનાં નક્કર થડો નિરંતર ક્ષય પામેછે અને ઘસડાઈ બીજે ઠેકાણે જાયછે. પોચામાં પોચા અને કઠણમાં કઠણ બધા પાહાણા અંતે ક્ષય થાયછે. પરંતુ તેઓ સર્વેનો ક્ષય એકજ વેગે થતો નથી. કોઈ જૂની પુરાણી પત્થરની ઈમારતને ઝીણી નજરે જોશો તો કોઈ પત્થર ઓછો ખવાયલો, કોઈ તેથી વધારે. વળી ત્રીજો તેથી વધારે ખવાયેલો, એમ ક્ષયમાં અનેક ભિન્નતા જણાશે. કેટલાક પથરા ભાગ્યે ખરેલા દેખાશે, અને કેટલાક લગભગ બધા ખરી ગયેલા હશે. એમ ઈમારતોમાં બનેછે તો તમારે નક્કી જાણવું કે જગત્માં પણ એ પ્રમાણે થાયજ; અને એક જાતના પથરાથી થયેલા ખડકો બીજી જાતના પથરાથી બનેલા ખડકોથી ઉતાવળે અને જુદે પ્રકારે ખરી પડે.

૧૪૨. ભૂમિનું પૃષ્ઠ ઘણું કરીને ક્ષય પામતું જાયછે એ વાત ખરી છે, અને ખરી છે તો તેમ શા વાસ્તે થાયછે એવું તમે

પૂછી શકો. પૃથ્વી એવી સુંદર અને રમણીય છતાં તેનું પૃષ્ઠ શા અર્થે એવડું બધું ક્ષય પામ્યું જાયછે એ તમને કદાચ નહિ સમજાતું હશે. પ્રથમ તમને એમ પણ લાગે કે એ આપત્તિ છે, જેનો ખુલાસો ભાગ્યે થઈ શકે. પરંતુ એ ક્ષય આફત ન હોતાં પ્રાણી તથા વનસ્પતિને વસવાનું યોગ્ય સ્થળ પૃથ્વીને બનાવવાને માટે ખરેખરો અવશ્યનો છે. એણે કરીનેજ ખીણો અને કોતરો બનેછે, તથા પર્વતો અને ડુંગરોનાં વિચિત્ર રૂપ બનેછે. ખરી પડેલા પથરની સઘળી માટી બનેછે, અને એ માટીના બનવાપર અને તેમાં નવો ઉમેરો થવાપર આપણા ખોરાકનો આધાર છે. એ શી રીતે થાયછે તે નીચલા પાઠમાં સમજાવીશું.

૫. પર્વતોના ખરી પડેલા ભાગોનું શું થાયછે? ખેતરની જમીન શી રીતે બનેછે?

૧૪૩. હરકોઈ ખેતર કે બાગમાંથી મૂઠીભર માટી લઈ બારીકીથી તપાસો. તે શાની બનેલીછે? ખરી પડેલા પથરાની ઝીણી કરચો, રેતી, માટીના રજકણો, અને કદાપિ વનસ્પતિના થોડા રેસા તમારી દૃષ્ટિએ પડેછે; અને કોઈ પ્રદેશમાં પ્રાણી તથા વનસ્પતિના કોહી ગયેલા શેષ ભળવાથી ત્યાંની બધી જમીનનો રંગ કાળો છે. હવે આ જુદા જુદા પદાર્થો શી રીતે એકઠા થયા તે આ પાઠમાં સમજાવીશું.

૧૪૪. પૃથ્વીનું પૃષ્ઠ ક્ષય પામેછે તેવિષે ફરી બોલીએ. ક્ષય, સડો, ખરવું, અને એવા અર્થના બીજા શબ્દો એ ક્રિયાને લગાડવામાં આવેછે. પરંતુ પર્વતોના પોપડા, પથરા, કે કાંકરા ખરી પડે અને તેઓ વરસોવરસ કદમાં ઘટે, તોપણ પૃથ્વીની સપાટીના દ્રવ્યમાં વાસ્તવિક ઘટાડો થતો નથી. પાહાણા જે વસ્તુઓના બન્યાછે તે ખવાઈ છૂટા પડે, પરંતુ તેઓનો નાશ થતો નથી. તેઓની સ્થિતિ તથા રૂપ માત્ર બદલાયછે. ત્યારે પાષાણોથી જે પદાર્થ નિરંતર ખરી પડેછે તેનું શું થાયછે?

૧૪૫. વરસાદનું દરેક ફોરૂં જમીનપર પડેછે તે સપાટીનું રૂપાંતર થવામાં સહાય કરેછે. ખડકના ભાગોને ઓગાળવાની વરસાદના પાણીની રસાયની ક્રિયા તો તમે જાણી. ઘણા વરસ સુધી દરેક ફોરાની અને દરેક ઝાપટાની એ રીતે નિરંતર ક્રિયા થયાં કરેછે તેને લીધેજ ખડકો એટલા બધા ખવાઇ જઇ ખરી પડેછે, પરંતુ વરસાદના પાણીની શિલ્પી કે ગતિબળની કૃતિ પણ છે.

૧૪૬. દરિયા કાંઠાના જેવી રેતાળ લીસી સપાટીપર વરસાદનાં ઝાપટાંનાં પહેલાં છડછડતાં ફોરાં પડેછે ત્યારે શું થાયછે તેનો તપાસ કરો. દરેક ફોરાનો ઝીણો ખાડો કે છાપ પડેછે. પોતાની ગતિના બળથી એ રીતે તે રેતીના કણને કોરે



આકૃતિ ૮ મી.—વરસાદનાં ફોરાંથી રેતી કે માટીપર પડેલી છાપ કે ચિન્હ.

ખસેડેછે. ઢાળ પડતી જમીનપર ફોરાં એકઠાં થઇ નીચે વહેછે, તે ઠેકાણે તેઓ રેતી કે માટીના રજકણોને હડસેલી પોતાની જોડે ઘસડી લઇ જઇ શકેછે. એને શિલ્પી અથવા ગતિબળની કૃતિ કહેછે; પરંતુ ખાંડ કે મીઠાને પાણીમાં ઓગાળોછો તેમ રજકણો ઓગળીને પાણીમાં ભળેછે ત્યારે રસાયની કૃતિ થઇ કહેવાયછે. એ બેમાંની એક અથવા એ બેઉ રીતે વરસાદનું હરેક ફોરૂં પૃથ્વીના પૃષ્ઠઉપર વિકાર કરી શકે.

૧૪૭. પાહાણાનો એટલો બધો નાશ વરસાદથી થાયછે તેનાં કારણ હવે તમારા સમજવામાં ઝટ આવશે. તેઓના કેટલાક ભાગને તે ઓગાળેછે તેથી અંદર પોલ થઇ ખરી પડે એવી પોપડી તેઓનાં પૃષ્ઠઉપર બનેછે એટલુંજ નહિ, પણ એ પોપ-

ડીને ધોઈ નીચે પાડેછે.તેથી અંદરનું નવું પૃષ્ઠ ઉઘાડું પડેછે કે તેની પણ તે વલે થાય. એમ પાહાણા ખવાઈ તેનો ચૂરો થાય અને ચૂરો પાણી જોડે તણાઈ જાય એવું પૃથ્વીઉપર હમેશ થયાં કરેછે. એ ચૂરાનો કેટલોક ભાગ ખાણોમાં અને ખાડામાં સમાયછે, કેટલોક ઢળતી કે સપાટ જમીનપર ઠરેછે, અને કેટલોક નદીમાં ભળી સાગરમાં જાયછે.

૧૪૮. એ ચૂરો અને તેમાં વનસ્પતિ તથા જનાવરનું ખાતર એટલે તેમનું કોહવાણ થઈ જે ભાગ બાકી રહેછે તે મળી બધી જમીન બનીછે. માટે જે જાતના પાહાણાની તે થયેલી હોય તે જાતની તે હોયછે. બધી ભોંય એકસરખી નથી હોતી તેનું કારણ આ છે. ઉદાહરણ, રેતીના પત્થરની રેતાળ ભોંય બનેછે; ચૂનાના પત્થરની ચૂનાવાળી અને માટીના ખડકની માટીની ભોંય બનશે.

૧૪૯. એમ પર્વતો ખઇ અને ખરી પડી માટી બનતા ન હોત તો જમીનઉપર જે લીલોતરી ઊગેછે તે ઊગત નહિ. અક્ષય પાહાણાની કઠણ ભોંયમાં ઝાડનાં મૂળ પેશી શકત નહિ. પરંતુ તેનાં પૃષ્ઠ ખઈ જવાથી તેઓઉપર, ખીણમાં, અને મેદાનોમાં સઘળે સ્થળે રસાળ માટી પથરાયછે; માત્ર ઊંચી ઊભી ભેખડો અને સીધા ખડકોપર જ્યાં તેઓનાં ક્ષય પામેલાં પૃષ્ઠો તેઓ ઉપર રહી શકતાં નથી ત્યાં તેઓ નાગા અને લીલોતરી વગરના રહેછે.

૧૫૦. એમ પહાડો અને જમીનનાં પૃષ્ઠ સદા ખઈ જાયછે તેથી માટી નિરંતર બન્યાં કરેછે. ખરેખર એ પ્રમાણે ન થતું હોત; અને જમીનપર માટીનું પડ બંધાયા પછી તેટલુંનું તેટલુંજ રહેતું હોત, તેમાંથી કાંઈ જાય નહિ અને નવું આવે નહિ, તો તેનો તમામ કસ ચૂશી લઈ વનસ્પતિ તેને કેટલેક કાળે નીરસ અને ઊજડ કરી મૂકત. પરંતુ તેનો કેટલોક ભાગ વરસાદમાં ધીમે ધીમે ધોવાઈ જાયછે, અને ખવાઈ જઈ ખરી પડેલા ખડકોની બનેલી નવી માટી તેમનાપર ધસડાઈ આવી ઠરેછે. વળી તેની

તળે રહેલી જમીન અને પાહાણા ખઇ જઇ તેની માટી બનતી જાયછે. છૂટા પથરા પણ નિરંતર ખઈ જવાથી તેઓની નવી માટી બનેછે. એ રીતે દિવસે દિવસે નવી માટી ધીમે ધીમે બનેછે અને જૂની છે તે તાજી થાયછે.

૧૫૧. વનસ્પતિ પણ માટી બનાવવામાં અને તેને રસાળ રાખવામાં મદદ કરેછે. તેમનાં મૂળ પથરાના કણ અને ફાટોમાં પેશી તેમને છૂટા પાડેછે. જે કાર્બોનિક આસિદવડે પથરા ખવાઈ જાયછે તે ઘણાખરા એના કોહી ગયેલા રેસામાંથી નીકળેછે, ને વળી માટીમાં સકરણ પદાર્થનો ભાગ પણ તેનોજ બનેછે. માટી ખોદીએ છીએ ત્યારે જે સાધારણ કીડા જોવામાં આવેછે તેઓ પણ માટીની મેળવણીમાં અને અંદર જે કાંઈ હોયછે તે સપાટીપર લાવવામાં ઘણા ઉપયોગી છે.

૧૫૨. ભોંયના આ ક્ષય તથા જીર્ણોદ્ધારવિષે વિચાર કરીએ છીએ ત્યારે આપણને જણાયછે કે તે નીચાણમાં એટલે દરિયા ભણી મુસાફરી કરેછે એમ કહીએ તો ચાલે. ઉંચા પર્વતોનાં શિખરો અને બાજૂઓમાંથી ખરી પડેલા રજકણોને સેંકડો કે હજારો વરસ મુસાફરીમાં લાગે; ઘણો કાળ તેઓ ઢાળપર પડી રહે; પછી તેઓ નીચે ઘસડાઈ ખીણની માટીમાં ભળે; ત્યાંથી કેટલેક વરસે નદીને તળીએ કે તીરે ઘસડાઈ ઠરે; અને એ રીતે માર્ગમાં પુષ્કળ મુકામ કર્યા કેડે આખરે દરિયામાં જાયછે.

૧૫૩. વરસાદ ધરતીપરથી ધૂળ, માટી, ને રેતી કેટલી બધી ઘસડી જાયછે તેનો કાંઈક વિચાર મનમાં આણવા માટે હરેક ભારે વરસાદ કેડે આ દેશમાં જે થાયછે તેપર ધ્યાન આપો. જે કચરો એટલે ક્ષય પામેલા પાહાણાનો ચૂરો વરસાદના પાણીમાં ભળી ઊંચાણ ભણીથી ઘસડાઈ આવેછે તેને લીધે પ્રત્યેક નાની મોટી નદીનું અને બધાં નાળાં અને વહેળાનું પાણી મેલા રગડા જેવું હોયછે. જે કચરાથી પાણી ગંદું દેખાયછે તે કચરો ક્ષય થયેલા પાષાણના ઝીણા રજકણો

છે; વધારે જાડો ભાગ પાણીને તળીએ તણાયો જાયછે. નદીઓમાં અને વહેળામાં પાણી વહેછે. તે જે કામ કરેછે તે તમે જુઓ. અને અત્યારે જે કામ તેઓ કરેછે તે કામ ઘણા યુગો થયાં કર્યાં જાયછે એ વાત સંભારો, તો વરસાદ જે પહેલાં તો બહુ નજીવી વસ્તુ દેખાયછે તેની કૃતિથી દેશની ધરતીપર કેવી રીતે મોટા ફેરફાર થાયછે તે તમારા સમજવામાં આવશે.

૬. નદીનાળાં. તેમની ઉત્પત્તિ કે મૂળ.

૧૫૪. વરસાદનું પાણી ક્યાં જાયછે તે વિષય ૧૦૭ મી કલમમાં છે. તે વાત ફરીને કહુંછું. તમને યાદ હશે કે વરસાદના પાણીનો કેટલોક ભાગ ભોંયમાં ઊતરેછે, અને ફરીને સપાટીપર આવેછે એ આપણે જાણ્યું. તેનો બાકીનો ભાગ ધરતીની ઉપર નદીનાળાંમાં વહેછે તેની ખોળ હવે કરીએ.

૧૫૫. વરસાદ મસ વરસતો હોય તે વેળા કાંઈક ઢાળ પડતા રસ્તાને ઊંચાણને છેડે ઊભા રહી નિરીક્ષા કરવાથી આ બાબત જેવી સમજાશે તેવી બીજાં દાખલાથી નહિ સમજાય. વરસાદ વરસવા માંડેછે તે વેળા જાણે તમે ઢાળને મથાળે છો. પ્રથમ મોટાં ફોરાં પડવા માંડેછે તેઓની છાપ ધૂળમાં પડતી દેખાયછે (૧૪૬ મી કલમમાં જણાવીછે તેવી). વરસાદ વધેછે તેમ ધૂળ વધારે પલળી જાયછે, ને પછી પાણી વહેવા માંડેછે, અને રસ્તો જળમય થઈ જાયછે. હવે શી રીતે પાણી વહેછે તે નિહાળો.

૧૫૬. વધારે ઝીણી નજરે રસ્તો તપાસશો તો તમને તે ખરબચડો એટલે પુષ્કળ નાના ઢેકાઢેયાવાળો જણાશે. એક ઠેકાણે લાંબો ખાડો હોયછે, અને બીજે ઠેકાણે રોડું બહાર નીકળી આવેલું હોયછે એમ ઘણીક જગ્યાએ નાનકડા ખાડા, ટેકરા, ઢાળ વગેરે અસમાનતા, રસ્તો કોરો હતો તે વેળા તમારી નજરે ઝટ પડતી નહોતી, પરંતુ પાણીએ તુરત દેખાઈતી

કરીછે. દરેક નાનો ખાડો અને ટેકો પાણીના રેલાને વાળેછે કે દોરેછે, અટકાવેછે કે દોડાવેછે. વરસાદનાં ફોરાં એકઠાં થઈ રેલા બનેછે ને ખાડામાં વહેછે; એ નાના ખાડા ભરાઈને ઊભરાયછે ને પાણી આગળ વહેછે; અને જમીનની સપાટીથી ઊંચાં ટેપાં હોયછે તેઓ રેલાને અટકાવી આમ તેમ વાળેછે.

૧૫૭. એ ઢાળને મથાળે પાણીના માત્ર મંદ વહેળા ચાલતા દેખાયછે. પરંતુ જરાક નીચે તેઓ સંખ્યામાં ઘટેછે અને કદમાં વધેછે. હેઠળ ઊતરતાં તેઓ એકઠા મળેછે; અને એ રીતે ઢાળને તળીએ મોટા અને ઝડપથી ચાલતા વહેળામાં ઢાળના ઊંચા ભાગમાંથી પુષ્કળ નાના વહેળા ભળી ગયેલા હોયછે.

૧૫૮. કોઈ દેશ કે ખંડના ઢળતા પૃષ્ઠપરથી વરસાદનું પાણી જે રીતે વહી જાયછે તે રીત એ ઢાળના નીચાણ ભણી વહેતા રેલા ભળી જઈ તેઓ મોટા થતા જાયછે તેપરથી બેશ સમજાયછે. આ દૃષ્ટાંતને આગળ ફરીને સંભારીશું.

૧૫૯. ઢળતે રસ્તે પાણી શાથી વહેછે? નદીઓ શાથી વહેછે? અને હમેશા તેની તેજ દિશામાં તેઓ શા માટે વહેછે? તમારા હાથમાંથી પથરો છૂટેછે ત્યારે જે કારણને લીધે તે ધરતીપર પડેછે તેજ કારણને લીધે તેઓ વહેછે; કેમકે પૃથ્વીના મધ્યબિંદુ ભણીનું આકર્ષણ જેને ગુરૂત્વાકર્ષણ કહીએ છીએ તેની સત્તા નીચે તેઓ છે (પદાર્થવિજ્ઞાન પ્રવેશ પોથી ક. ૪). વરસાદનું દરેક ફોરૂં પૃથ્વીપર પડેછે તેનું કારણ એ કે આ આકર્ષણના બળે તે નીચે ખેંચાયછે. તે જમીનપર પડેછે ત્યારે પણ તે સદા એની એજ સત્તાને તેટલુંજ આધીન છે; અને તુરત સૌથી પાસેનો માર્ગ જડે તેમાં તે નીચે વહેછે. વાદળાંમાંથી પૃથ્વીપર તેનું પડવું પાધરૂં અને ઉતાવળું છે; કોઈ વહેળાના ભાગ તરીકે પર્વતોપરથી નીચે ઊતરી દરિયામાં જવાનો તેનો માર્ગ ઘણીવાર લાંબો અને ધીમો હોયછે; પરંતુ તેની ગતિનું કારણ બેઉમાં એકજ છે. કોઈ વહેળાનું આડે અવળે ને વાંકે

ચૂંકે રસ્તે વહેવું, કોઈનું ધસારાબંધ ધાવું. કોઈનું ધોધરૂપે મોટી ગર્જના સાથે પડવું, અને ઊંડી નદીઓનો અવાજ વગરનો ગંભીર પ્રવાહ, એ સર્વે પૃથ્વીપરના પાણી ઉપર ગુરૂત્વાકર્ષણની સત્તા કેવી પ્રબળ છે તેના પુરાવા છે.

૧૬૦. વરસાદના પાણીનો જે ભાગ ભોંયમાં ઊતરી જતો નથી તેને એ રીતે આકર્ષણે ખેંચાઈ છેક પાસેના ઢાળની વાટે તુરત નીચે વહેવું પડેછે, અને છેક ત્યાંથી આગાડી જવાનો માર્ગ મળે નહિ ત્યાંસૂધી વહ્યાં કરવું પડેછે. જમીનના પૃષ્ઠપર મોટા ખાડા હોયછે તેમને સરોવર કહેછે, અને આપણે ચાલવાના રસ્તાપર ખાડા હોયછે તેમાં વરસાદનું પાણી ભરાઈ રહેછે તેમ એ વહેતા પાણીનો થોડોક ભાગ સરોવરમાં ભરાઈ રહેછે. પરંતુ ઊપલાણેથી જેટલી ત્વરાથી પાણી અંદર આવેછે તેટલી ત્વરાથી નીચલે ભાગેથી ઘણાંખરાં સરોવરોનું પાણી બહાર વહી જાયછે, તેથી બધા પાણીને જાથુ સ્થિર રહેવાની તે જગ્યા નથી. સરોવરોમાંથી જે નદીઓ નીકળેછે તેઓ આગળની પેઠે દરિયા ભણી જાયછે. માટે સર્વે વહેળાઓનો માર્ગ નીચાણ ભણી છે,અને સાગર એ મોટો જલાશય છે, જેમાં જમીનપરનું પાણી નિરંતર વહ્યાં કરેછે.

૧૬૧. ઘરના છાપરાની પેઠે કોઈ દેશની સપાટી માત્ર લાંબી સાફ ટેકરી હોય તો બેઉ બાજૂએ થઈને વરસાદનું પાણી ઝટ વહી જાય. પરંતુ જમીનની સપાટીનું સામાન્ય લક્ષણ એવું છેજ નહિ. પર્વતો, ડુંગરા, ખીણ, નેળ, અને સરોવરોવડે છેક અસમાન અને ભિન્ન ભિન્ન રૂપ બનેલાંછે. પરંતુ આ મોટી અસમાનતા એકદમ દૃષ્ટિએ પડેછે તે સિવાય જે સ્થળો પહેલાં તો છેકજ સપાટ દેખાયછે તેઓ પણ કોઈવાર ઢાળ પડતાં અથવા લગીર ઊંચાં નીચાં હોયછે. જેમકે પેલા રસ્તાની ઊંચી નીચી સપાટી પહેલે તો દેખાઈ નહિ, પણ વરસાદ આવ્યા પછી ખુલી થઈ. એ પ્રમાણે દેશની સપાટીનું અતિ શુદ્ધ માન કર-

નાર પાણી છે. ચડતે ઢાળે તે કદી વહેશે નહિ; હમેશા નીચાણમાં વહેછે.

૧૬૨. એપરથી સમજાયછે કે દેશનાં બધાં પૃષ્ઠઉપર સરખો વરસાદ વરસે તોપણ તેનું પાણી સઘળાપર સરખુ વહે નહિ, કેમકે ભોંય ઊંચી નીચી હોયછે અને વરસાદનું પાણી નીચાણમાં દોડી જઈ ખાડામાં વહેછે. એજ અસમાનતાને લીધે વરસાદનું પાણી નાળાંમાં એકઠું થાયછે અને એ નાળાંનું પાણી નદીઓમાં જાયછે.

૧૬૩. એ રીતે હરકોઈ દેશમાંહેલાં નદી નાળાં પાણીના સ્વાભાવિક માર્ગ કે નીક છે તે વાટે વરસાદનું વધારાનું પાણી, જે જમીનમાં કે ઝરણમાં જતું નથી તે ફરીને સાગરને જઈ મળેછે. વરસાદના પાણીના મોટા જથાવિષે તથા દેશના ઊંચા ભાગોમાંહેલાં પુષ્કળ વહેળા અને નાળાંવિષે વિચાર કરીએ છીએ ત્યારે એ સઘળા વહેળાઓનું પાણી નીચાણની જમીનપર ફરી વળ્યા સિવાય દરિયામાં ભાગ્યે જઈ શકે એમ પ્રથમ દીસેછે. પરંતુ એ રીતે થતું નથી; કેમકે બે વહેળા એકઠા મળેછે ત્યારે તેમાંના એક વહેળાના માર્ગની પહોળાઈથી બમણો પહોળો માર્ગ તેમને જોઈતો નથી. એથી ઊલટું તેઓ એકઠા મળવાથી એક વહેળો થાયછે તે જે બે વહેળામાંથી તે વહેછે તેમાંના હરકોઈના જેટલો પહોળો હોતો નથી. પરંતુ તેનો વેગ અને ઊંડાઈ વધેછે. એ રીતે હજારો નાના વહેળા એકઠા થઈ નીચે ઊતરવાથી ઓછી ઓછી જગ્યા રોકેછે અને છેલ્લે કોઈ મોટા પ્રદેશમાંહેલું વધારાનું બધું પાણી એકજ નદીમાર્ગે દરિયામાં જાયછે.

૧૬૪. વરસાદ વરસતી વેળા રસ્તાનું દૃષ્ટાંત લીધું હતું તે પાછું લેઈએ. ઢાળને તળીયેથી નીકળી ઉપર ચડતા ગયા તેમ વરસાદના પાણીના નાના વહેળાઓ નાના નાના થતા તમારા જોવામાં આવ્યા, અને મથાળે ગયા ત્યારે બિલકુલ વહેળા હતાજ નહિ. એ ઢાળને ટોચેથી બીજી મેર સામી દિશાએ ઊતરવાનો ઢાળ છે. એ બીજી બાજૂએ થઈ તે રસ્તાપર

ઊતરેા તો સામી દિશામાં ઊતરતા બીજા વહેળા કદાપિ તમારા દીઠામાં આવેછે. મથાળે વરસતા વરસાદનાં પાણીના વિભાગ થતા દેખાયછે; થોડુંક પાણી એક બાજૂએ અને થોડુંક બીજી બાજૂએ વહેછે.

૧૬૫. એક રીતે દરિયાપરથી કેાઈ નદીપર ઊપલાણે (દરિયાથી દૂર) દેશના અંદરના ભાગમાં જશો તેમ વધારે સાંકડી થતી દેખાશે; તથા તેમાં ભળનારા વહેળારૂપી શાખાઓ વધારે વધારે આવતી જશે. વધારે ઊંચે ચઢશો તેમ એ શાખાઓમાં ભળનારાં નાનાં નાળાં અને ઝરારૂપી ઉપશાખાઓ પુષ્કળ આવશે. પછી એ ઉપશાખાઓમાંની હરકોઈને કાંઠે કાંઠે ઉપર ચઢેા ને તેનું મૂળ ખોળો. છેવટે તે નાના ઝરાના મૂળ આગળ પહેાચશો. અને ત્યાંથી વધારે ઊંચે ચઢશો એટલે ટોચે આવી પહેાચશો.. તેની બીજી બાજૂની નીચે સઘળા વહેળાઓ સામી દિશામાં વહેછે. એ રીતે વહેળા જે ધાર કે લીટીને બે પાસે ઊલટી દિશામાં વહેછે તેને **જળવિયોગસ્થળ** કહેછે. ઉદાહરણ, ઇંગ્લાંડમાં કેટલીક નદીઓ આત્લાંતિક મહાસાગરમાં, અને કેટલીક ઉત્તર સાગરમાં વહેછે. એક પાસાના છેક ઊપલા વહેળાઓને બીજી બાજૂના છેક ઊપલા વહેળાઓથી જુદી પાડનારી લીટી નકશાપર દોરશો તો તે એ દેશાનું જળવિયેાગસ્થળ દર્શાવશે.

૧૬૬. પરંતુ એક અગત્યની બાબતમાં પેલા રસ્તાનું દૃષ્ટાંત તદ્દન લાગુ પડતું નથી. વરસાદ વરસેછે તે સમયેજ અથવા ભારે ઝાપટું પડ્યા કેડે તુરત રસ્તાપર પાણીના રેલા અને વહેળા ચાલેછે. વરસાદ બંધ પડેછે એટલે પાણી સૂકાવા માંડેછે અને કેટલાક વખતપછી તે રસ્તો સખ્ત અને ધૂળવાળો થાયછે. પરંતુ વરસાદ બંધ પડેછે, ત્યારે નદી અને નાળાંનું વહેણ બંધ પડતું નથી. ઊનાળામાં વરસાદ આવતો નથી ત્યારે પણ નદીઓનો પ્રવાહ ચાલેછે; ચોમાસા કરતાં નદીઓ નાની થાયછે; ચોમાસાના જેટલું પાણી આપણી નદીઓમાં શીઆ-

ળામાં ને ઊનાળામાં હોતું નથી તોપણ વગર વરસાદે પ્રવાહ ચાલેછે. તેઓમાં પાણી ક્યાંથી આવેછે? જમીનની અંદરના પાણીવિષે જે વાત પાછળ કહેવામાં આવીછે તે તમને યાદ હશે તો તમે ઉત્તર દેશો કે **નદીઓમાં વરસાદનું પાણી વહેછે તેમ ઝરાનું પણ વહેછે.**

૧૬૭. ચોમાસું ન હોય તોપણ ઝરામાંથી નદીઓમાં પાણી જાયછે એટલે તેમનો પ્રવાહ ચાલેછે. પરંતુ ભારે અનાવૃષ્ટિ થાય તો ઘણાંક ઝરણ, તેમાં વિશેષેકરીને છાછર ઝરણ, સૂકાઈ જઈ વહેતાં બંધ પડેછે, અને તેમાંથી જે નદીઓને પાણી મળેછે, તેઓ પણ સૂકાઈ જાયછે. આપણા દેશમાં જે નાની નદીઓ છે તેઓમાં એમ બનેછે. પણ મિસિસિપિ જેવી દુનિયામાંહેલી મોટી નદીઓ એટલા બહોળા પ્રદેશોપર વહેછે કે હરકોઈ સ્થળમાં વરસાદ વરસ્યાથી કે અનાવૃષ્ટિ થવાથી તેમના પાણીમાં દેખાઈતો તફાવત પડતો નથી.

૧૬૮. પરંતુ દુનિયાના કેટલાક ભાગોમાં નદીઓ શિયાળામાં અને વસંત ઋતુમાં જેવડી હોયછે તેનાકરતાં ઊનાળામાં તેઓ વધારે ભરપૂર હોયછે. ઉદાહરણ, ઊનાળાની ગરમી વધતી જાયછે તેમ ર્‌હાઇન નદીમાં પાણી ચઢવા માંડેછે, અને શિયાળાની ટાઢ પડવા માંડેછે તેમ ઊતરતું જાયછે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે એ નદીનું મૂળ પુષ્કળ બરફવાળા પર્વતોમાં છે. ઊનાળામાં બરફ જલદી ઓગળી જાયછે એટલે તેમાંથી જે પાણી વહેછે તે નદીનાળાંમાં જવાથી તેઓમાં પુષ્કળ પાણી થાયછે. એથી ઊલટું શિયાળામાં બરફ ઓગળતો નથી; વાતાવરણમાંથી પર્વતોપર જે પાણી પડેછે તે મુખ્યત્વે બરફરૂપે હોયછે; અને ટાઢ એટલી બધી હોયછે કે નાળાં પણ ઠરી જાયછે. માટે શિયાળામાં એ નદીઓનાં મૂળ આગળ વહેતાં પાણીની છત બહુ ઘટી જવાથી એ નદીઓ પ્રમાણમાં વધારે નાની થઈ જાયછે.

૧૬૯. **સારાંશ.**—પાણીના પ્રસરણ કે ભ્રમણસંબંધી આ

અને પાછલા પાઠોમાં જે હકીકત કહેવામાં આવીછે તેનો સાર લઈએ:—જમીનના છેક ઉંચા ભાગોથી તે નીચે દરિયાસૂધી પાણી નિરંતર નીચાણ ભણી વહેછે. તે આખી સપાટીપર પ્રસરી વહેતું નથી, પરંતુ ખાડામાં એકઠું થાયછે. ત્યાં તેના વહેળા ને નદીઓ બનેછે તેઓ હમેશા નીચાણમાં આડાં અવળાં વહેછે, અને છેલ્લે સાગરમાં મળેછે. સમુદ્રમાંથી વરાળ વાતાવરણમાં સદા ઉંચે ચઢેછે; ત્યાં સંકોચન પામી વરસાદ કે બરફને રૂપે જમીનપર તે પાછી આવેછે, અને નીચાણમાં સમુદ્ર ભણી વહેનારી નદીઓને પાણી પૂરૂં પાડેછે. પાણીનો આ પ્રસાર કે ફરવું બંધ પડ્યા વિના સદા થયાં કરેછે.

૭. નદીનાળાં. તેમની કૃતિ.

૧૭૦. આ લઘુ પુસ્તકના પહેલા પાઠમાં નદીની કૃતિ નિહાળવાની તમને ભલામણ કરી હતી. જે વા વરસાદના તોફાનનું તે વેળા વર્ણન કર્યું હતું તે તોફાન થયાની પહેલાંના ત્યાં ગયા છીએ એમ ધારો. ભારે વરસાદનું માવઠું થયાથી નદીમાં હજુ રેલ આવી નથી. રેતાળ પાત્રમાં તે હળવે હળવે વહેછે; તે આખા પાત્રમાં વહેતી નથી, પરંતુ પાત્રનો ઘણોક ભાગ કોરો છે. કોઈ ઠેકાણે બેટ પડી ગયાછે, અને કોઈ જગોં પાણીનાં ખાબોચીઆં થઈ રહ્યાં તેઓની વચ્ચે વાંકી ચૂંકી વહેછે, ને વરસાદ આવ્યાને ઘણા મહીના થઈ ગયાછે તેથી પાણી બહુ ઘટી ગયુંછે, તથાપિ તે નિર્મળ છે. જમીનપરનું વધારાનું પાણી ધીમે ધીમે દરિયા ભણી તે લઈ જાયછે તે સિવાય એ આળસુ નદી બીજું કાંઈ કામ કરતી જણાતી નથી. પરંતુ તેને કોઈ બીજું કામ કરવાનું છે, અને એ વેળા પણ તે કામ તે કરેછે એ સાંભળી તમને અચંબો લાગશે.

૧૭૧. વારૂ, નદીનું પાણી ક્યાંથી આવેછે તેવિષે વિચાર કરો. આપણે જોયું કે ઘણું પાણી તો ઝરણોમાંથી આવી મળેછે, અને ઝરણોનાં પાણીમાં તેનાં પાત્રોમાંના ઓગળેલા ખનિજ પદાર્થો વત્તા ઓછા હોયછે. માટે દરેક નદીમાંથી દરિ-

થામાં એકલું પાણીજ જાયછે એમ નથી, પરંતુ ખનિજ પદાર્થનો મોટો જથો જાયછે. ઉદાહરણ, એવી ગણતરી કરવામાં આવીછે કે ૩,૩૨,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ છીપો બને તેટલો ચૂનો હ્રાઇન નદીમાંથી ઉત્તર સાગરમાં દરવર્ષે જાયછે. ઓગળી રસાયની યોગે ભળેલો આ પદાર્થ દ્રષ્ટિએ પડતો નથી અને પાણીના રંગને કાંઈ હરકત કરતો નથી. બારે માસ કે જ્યાંસુધી પ્રવાહ ચાલેછે ત્યાંલગી પાષાણોના દ્રવ્યનો એ અદૃશ્ય પદાર્થ પાણીજોડે વહ્યો જાયછે.

૧૭૨. પરંતુ હવે પૂર આવેલુંછે તે વેળા એજ નદીની હવે નિરીક્ષા કરીએ. પાણી સ્વચ્છ નથી પરંતુ કાળુ અને ગંદુ છે. પાણીમાં રહેલી રેતી અને કાદવને લીધે રંગ બદલાયછે એવું તમે શોધી કાઢ્યુંછે. ઘણીવારસૂધી ઊભા રહી પૂરવાળો ડોહળાયલો પ્રવાહ તેના પાત્રમાં વહેતો નિહાળો. એ સમયે તમારી પાસે થઈને સેંકડો મણ કાંકરા, રેતી, અને કાદવ તણાઈ જાયછે. રસાયની દ્રાવણમાં રહેલા ખનિજ પદાર્થ ઊપરાંત બીજા પુષ્કળ દૃશ્ય પદાર્થો સહિત તે નદી દરિયા ભણી ઉતાવળી વહેછે. એપરથી સ્પષ્ટ જાણાયછે કે નદીઓની કૃતિનો એક મોટો ભાગ જમીનના ખરી પડેલા અને પાહાણાના ખવાઈ ગયેલા પદાર્થો ઝરણ કે વરસાદવડે ઘસડાઈ આવેછે તેઓને દરિયામાં લઈ જવાનો છે.

૧૭૩. વળી જમીનના પૃષ્ઠનો નાશ કરવામાં નદીઓ પણ શામિલ છે. પૂર ઊતરી ગયું હોય ત્યારે કોઈ વહેળાનાં કાંઠા કે પાત્રને તપાશીને જોવાથી આ બાબતપર તમારી ઝટ ખાતરી થશે. જે ઠેકાણે નક્કર ખડકપર નદી વહેતી હોયછે ત્યાં તે રૉક ઘસાઈને લીસો થયેલો દીઠામાં આવેછે; અને વહેળાના માર્ગમાં પડેલા પથરા ઓછા વત્તા ગોળ અને લીસા થયેલા હોયછે. એ પથરા હિમ કે કોઈ બીજા કારણને લીધે ખડક અને ટેકરીઓ પરથી પહેલાં ખરી પડેલા તેવેળા ધારવાળાં હતા, તેનો પુરાવો હરકોઈ ઊભા ખડકને અને ડુંગરાને તળીયે પડેલા

પત્થરના ઢગલા જોવાથી મળશે. પરંતુ તેઓ હેઠે પડી નદીમાં તણાયા ત્યારથી ગબડવા અને ઘસાવા લાગ્યા અને છેવટે તેમની તીક્ષ્ણ ધાર ઘસાઈ તેઓ ગોળ થયા; નદીકાંઠાના સાધારણ કાંકરા અને કાંકરી દેખીએ છીએ તેવા લીસા બન્યા.

૧૭૪. એ પથરા ઘસાયછે તેની જોડે નદીનાં જે પાત્રોમાં તેઓ ઘસડાયછે તેની તળીયે અને બાજૂએ આવેલા પાહાણા પણ તેઓથી ઘસાયછે. કોઈ વમળમાં તળીયે કાંકરા ચકરડી



આકૃતિ ૧૦ મી—નદીનાં પાહાણાવાળાં પાત્રમાં પડેલા ખાડા.

ફર્યા કરેછે તે જોઈ શકીએ છીએ. એથી સંગીન પાષાણમાં ખાડા પડેછે. ઊનાળામાં પાણીનો ટોટો પડેછે તે વેળા એવી નદીમાં એવા ખાડા ખુલ્લા દેખાયછે; તેઓ કેવા સારા ઓ-

પાયલાછે એ પણ જોઈ શકશો. તેઓનો સામાન્ય દેખાવ ૧૦ મી આકૃતિમાં બતાવેલોછે.

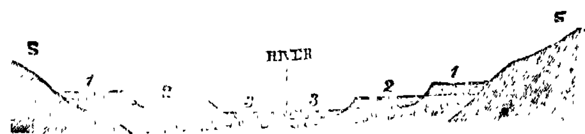
૧૭૫. હવે સ્પષ્ટ છે કે, નદીનાં પાત્ર અને તેમાંના પથરાંના હમેશાના ઘસારાથી બે પરિણામ થવાં જોઈએ. પહેલું, પુષ્કળ કાદવ અને રેતી થવાં જોઈએ; અને બીજું, નદીનું પાત્ર ઘસાઈ ઘસાઈને વધારે ઊંડું અને પહોળું થવું જોઈએ. ખડકો અને જમીનના પૃષ્ઠથી ખરી ગયેલી પૂરણીને વરસાદ ઘસડી લાવે તેમાં એ રેતી અને કાદવનો ઉમેરો થાયછે. એમ ખોદાઈ નદીનાં પાત્ર ઊંડાં અને પહોળાં થવાથી બો અને કોતર જેવા મનોરંજક દેખાવ નક્કર ખડકમાં દેખીએ છીએ.

૧૭૬. નદીઓમાં કાદવ અને રેતી હોયછે તેનું કારણ હવે તમારા સમજવામાં આવ્યું. કાદવ, રેતી, કાંકરા, અને પથરાનાં ગચ્છાં નદીઓ નિરંતર ઘસડી લઈ જાયછે તેમનું શું થાયછે તેવિષે તપાસ કરીએ.

૧૭૭. વળી ઊનાળામાં નદીના પાત્રની નિરીક્ષા કરો. એક ઠેકાણે કાંકરાનો થર બાઝેલોછે અને બીજે ઠેકાણે રેતીનું પડ બંધાયલું તમારી નજરે પડેછે, તથા કોઈ કોઈ ઠામે નક્કર ખડકના કકડા ખોસાયલા દેખાયછે. કેટલાક છૂટા પદાર્થો સદા ખેંચાયા જતા માલૂમ પડેછે. કાંકરા અથવા રેતીનો ઢગલો થોડા કાળસૂધી એક ઠેકાણે રહે, પરંતુ તેમાં રહેલી ઝીણી કાંકરી અને રેજ પાણી જોડે ઘસડાયાં કરેછે. વસ્તુતઃ જે છૂટા પદાર્થોપર પાણી વહેછે તેઓ કેટલીક બાબતમાં નદીના જેવા છે. ઘણા વરસ કેડે તેને કાંઠે પાછા આવશો તો તે નદી ત્યાંની ત્યાંજ તમે જોશો, અને તેનાં તેજ નાંનાં મોજાં, મંદ અવાજ, અને વમળ થતાં તમારી દૃષ્ટિએ પડશે, પરંતુ એટલા સમય સૂધી નદી ત્યાંની ત્યાંજ હમેશ રહેછે તોપણ તેમાંનું પાણી જેમ આજે પણ બદલાતું તમે જોઈ શકોછો તેમ તે વખતમાં દરમિનિટે બદલાયુંછે. પાણી વહી જાયછે ને તે ઠેકાણે બીજું આવેછે. એમ નદીના પાત્રમાં કાદવ, રેતી,

કાંકરા, વગેરે હમેશ હોયછે, પણ તેઓ સદા તેનાં તેજ હોતાં નથી. તેઓ પ્રવાહમાં હમેશા અગાડી ઘસડાયછે, અને વહેળાના ઊપલાણેથી તેમની જગ્યાએ બીજો આવેછે.

૧૭૮. માટે ધરતીના પૃષ્ઠની ખવાઈલી અને ખરી પડેલી વસ્તુઓ નદીઓને તળીયે સ્થાયી મુકામ કરતી નથી. પરંતુ તેઓના પ્રવાહની જોડે જે તણાયછે તેમાંના ઘણા ભાગને તે માર્ગમાં પડતો મુકેછે. નદીને કાંઠે સપાટ જમીન તમારા જોવામાં આવી હશે. તેની સપાટી પાણીની સપાટીથી માત્ર થોડાક ફુટ ઊંચી હોયછે. એ ભોંયને ભાઠું કહેછે. ઘણીખરી નદીઓને કિનારે એવાં ભાઠાં હોયછે, અને લીલોતરી ઊગેલાં લાંબાં સપાટ મેદાનમાં થઇને દરેકનો માર્ગ આડો અવળો વળેલો દેખાયછે. નદીમાં તણાઈ આવેલા ઘસાઈ ગયેલા પાહાણાના બારીક રજકણોનું એ મેદાન બનેલું હોયછે. નદીમાં પૂર આવેછે તેવેળા કાદવ અને પાણી વધવાથી કાંઠાપર ઊભરાઈ બેઉ બાજૂએ નીચી જમીનપર જળ ફેલાયછે. નદીના પાત્રની એમ બહાર ગયેલાં પાણીનું વહેણ ધીમું પડેછે; તેના પ્રવાહને રોકાણ થવાથી તેમાંનો બધો કાદવ અને રેતી તેમાં રહી શકતી નથી, તેથી તેઓમાંનો કેટલોક ભાગ તળીયે બેસેછે. એ રીતે જે ભાગપર રેલનું પાણી ફરી વળેલું હોયછે તે ભાગપર માટીનો થર બંધાયછે, અને પૂર ઊતરી જાયછે એટલે એ થરને લીધે મેદાનની ઊંચાઈમાં થોડોક વધારો થાયછે. એપ્રમાણે દરવર્ષે બનેછે અને છેલ્લે તે પ્રદેશ એટલો બધો ઊંચો થાયછે કે છેક મોટી રેલ આવેછે ત્યારે પણ તેપર પાણી ચઢી શકતું નથી, અને એ સઘળો વખત વળી નદી પોતાનું પાત્ર ઊંડું ખોદતી જાયછે. નદી વાંકી ચૂકી વહેછે તેથી તે પ્રદેશના કેટલાક ભાગને ખોદીને તાણી જાયછે અને આગળ નીચાણમાં નવો પ્રદેશ રચેછે. એ રીતે નદીની બાજૂઓપર એક એકથી ઊંચા પ્રદેશ ધીમે ધીમે થાયછે.



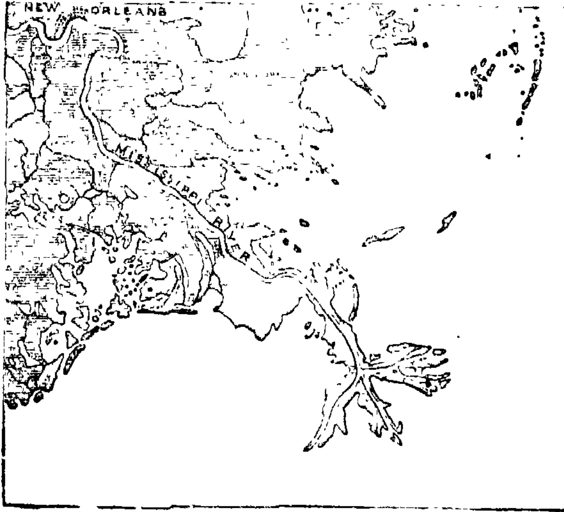
આકૃતિ ૧૧ મી.—નદીથી (S–S) ખીણમાં રેતી, માટી, અને કાંકરાના અનુક્રમે થયેલા પ્રદેશ (૧,૨,૩,) ના ખંડ.

૧૭૯. તોપણ એવા એક અથવા વધારે પ્રદેશ નદીની જે રેતી અને કાદવના બનેછે તેઓ માત્ર થોડા કાળસૂધીજ ત્યાં રહેછે. ત્યાંથીએ તેઓને ખસવાનું છે; નદીનાં પાણી કાંઠાને ખણેછે તેથી તેઓ ઘસડાઈ જાયછે.

૧૮૦. સાગરને અથવા સરોવરને નદી મળેછે ત્યારે તેના પ્રવાહને રોકાણ થાયછે, તેથી પાણીના પ્રવાહનું જોર ઓછું થાયછે અને તેથી તેમાંની રેતી અને કાદવ તળીએ બેસેછે. તળીઆનો કેટલોક ભાગ ધીમે ધીમે પૂરાઈ નદીની સપાટી સૂધી ચઢી જાયછે, અને મુખ્ય વહેણની બેઉ પડખે પહોળી ચપટી ભીની જમીન થાયછે. બીજા પ્રદેશોમાં રેલ આવેછે તેમ એ ઉપર પણ આવેછે, અને તે વેળા એ જમીનપર કાદવવાળું પાણી ફરી વળી રેતીનો કે કાદવનો થર બંધાયછે અને છેલ્લે તે જમીન નદીની સાધારણ સપાટીથી ધીમે ધીમે ઉંચી ચઢી જાયછે. ત્યાં નદીના પુષ્કળ ફાંટા થઈ જઈ તેઓ એ જમીનમાં આડા અવળા વહેછે. એ સપાટ ભેજવાળી જમીનમાં વનસ્પતિ ઊગેછે; એ સ્થળે પ્રાણીઓને ખોરાક તથા આશ્રય મળેછે; અને એ પ્રમાણે નદીના કૃતિને લીધે નવો પ્રદેશ બનેછે.

૧૮૧. નદીથી થયેલા આ સપાટ પ્રદેશોને ડેલ્ટા કહેછે. યૂરોપના પ્રાચીન વિદ્વાનોના જાણવામાં નીલ નદીથી થયેલો પ્રદેશ હતો. તેનો આકાર ગ્રીક અક્ષર △ ના જેવો તે ત્રિકોણ હોવાથી તે અક્ષરને નામે તેનું નામ પડ્યું. નદીના મુખની થડમાં જે પૂરણી ઠરેછે તેનો એ સાધારણ આકાર હોયછે; એ સપાટ

ત્રિકોણ પ્રદેશ જમીન ભણી સાંકડો અને દરિયા ભણી પહોળો



આકૃતિ ૧૨ મી.—મિસિસ્સિપિનો ડેલ્ટા.

થાયછે. એમાંના કેટલાક ડેલ્ટા ઘણા મોટા હોયછે; જેમકે મિસિસ્સિપિનો ડેલ્ટા.

૧૮૨. માટે જમીનના પૃષ્ઠ ઉપરથી ખવાયલી અને ખરી પડેલી અને નદીમાં તણાઈ આવેલી પૂરણીનો એવો દરેક પ્રદેશ બનેલોછે. એમાંના કેટલાક પ્રદેશ વિસ્તીર્ણ હોયછે, તોપણ એ રીતે ધસડાઈ આવેલી બધી પૂરણી તેઓમાં દેખાતી નથી. ઘણો ભાગ દૂર તણાઈ દરિયાને તળીએ ઠરેછે. જે મોટા ખાડામાં જમીન અને પર્વતોની લૂંટ સંતાડવામાં આવેછે તે સાગર છે. ઘણોખરો માલ તણાતો ત્યાં જાયછે.

૮. હિમક્ષેત્ર અને બરફનો મોટો પટ.

૧૮૩. વરસાદરૂપે જમીનપર જે પાણી પડેછે તેના માર્ગનું વર્ણન કર્યું. હવે બરફ (કલમ ૯૨) ના માર્ગવિષે તપાસ કરીએ:

૧૮૪. કોઈ દેશમાં ઊંચા પર્વતોનાં શિખરોપર વરસમાં ઘણા માસ લગી બરફ રહેછે. એમાંની કોઈ ટોચપર ઢંકાયેલી ફાટો હોયછે, તેમાં ઊનાળાના તાપમાં પણ ઊંડી હિમની થાપણ બાઝેલી દેખાયછે. ત્યાં કોઈ છવાયલાં શીતળ સ્થળોમાં માત્ર બરફ ઓગળતો નથી.

૧૮૫. પરંતુ કોઈ ઠેકાણે પર્વતો વધારે ઊંચા હોયછે ત્યાં તેઓનાં ઊંચાંમાં ઊંચાં શિખરોપર બરફ કદી ઓગળી જતું નથી; તેઓ આખું વરસ ધોળા ચળકતા દીસેછે. આ ઊંચા હિમમય પ્રદેશોની શાંતતા તથા પ્રૌઢતાથી તમારા મનપર જેટલી અસર થાયછે તેટલી દુનિયામાંહેલી કોઈ વસ્તુથી ભાગ્યે થશે. ખીણમાંથી જોતાં એ પર્વતો એટલા વિશાળ અને આઘે, એટલા ધોળા અને સ્વચ્છ દેખાયછે, અને વળી તેની જોડે સવારે અને સાંજે જે રંગો આકાશમાં દીપેછે તે બધા એવી આશ્ચર્યકારક રીતે ગ્રહણ કરેછે કે, જે ઘન પૃથ્વીપર આપણે વશીએ છીએ તેના ભાગ નહિ હોતાં તેઓ આકાશના ભાગ હોય એમ પ્રથમ ભાસેછે. પરંતુ તેઓપર ચઢીએ છીએ ત્યારેજ તેમની ખરેખરી ચમત્કારિક પ્રૌઢતા નજરે પડેછે. ઝાંપ વળે એવાં ધોળાં ચળકતાં શિખરો આકાશના કાળા આસ્માની રંગની સામે પ્રકાશેછે; તેમાં ઠેકાણે ઠેકાણે જાંબુઆ રંગની છાયાની લીટીઓ પડેલી હોયછે, અથવા જે ધોળી ચાદરોનાં પડ ઘણા અંતરસૂધી ટેકરી અને ઢાળપર પથરાયેલાં હોયછે. અને જેમાંથી નીચે ખીણમાંહેલા દ્રાક્ષના બાગ અને ઘાસની જમીન સૂધી ભૂરા બરફની લાંબી જીભો જાણે પહોંચેલી હોયછે, તેમાં થઈને કાળા રૉકના ગઠ્ઠા બહાર નીકળી આવેલા હોયછે. આ ઊંચા હિમમય પ્રદેશમાં ગૂઢ શાંતતા હોયછે. કોઈ આઘેના ધોધનો અવાજ અથવા પર્વતમાંથી વહેતા પ્રવાહનો ધસારો ઘણે છેટેથી પવનની લહેર જોડે ઘસડાઈ વખતે સંભળાયછે. બરફનું ગચ્છું છૂટું પડી ઢાળની નીચે ગબડી પડેછે

ત્યારે કોઈવાર ભારે ગડગડાટ પણ સંભળાયછે. પરંતુ એ અવાજ બંધ પડેછે ત્યારે તેવડે વધારે ગૂઢ શાંતતા થાયછે.

૧૮૬. એવા સ્થળમાં સદા બરફ શા કારણથી રહેછે અને દુનિયામાં એ બરફ શું કામ કરેછે તે જોઈએ.

૧૮૭. વાતાવરણના ઊપલા ભાગ અતિશય શીતળ હોયછે એ વાત તો તમે ૯૬ મી કલમમાં શીખી ગયા. તમને ખબર છે કે વળી ધ્રુવ નામે પૃથ્વીના બે સામસામેના ભાગની આસપાસ છેક ઉત્તરમાં અને છેક દક્ષિણમાં હવા અતિશય ઠંડી હોયછે—એટલી ઠંડી કે હિમ અને બરફના ઊજડ વિસ્તીર્ણ પ્રદેશો બનેછે, તે સ્થળે સાગર અને જમીન ઠરી ગયેલાંછે, અને ઊનાળાનો તાપ બધા બરફને ઓગાળીને ખસેડી શકતો નથી. આ બે શીતળ ધ્રુવ પ્રદેશની વચ્ચે જે ઠેકાણે પર્વતો એટલા ઊંચા હોયછે કે તેઓ વાતાવરણના જે ઊંચા ભાગમાં શીત બિંદુની નીચે ઘણું ફરીને ઉષ્ણમાન હોયછે તે ભાગને અડેછે તે ઠેકાણે વામાંથી ઘાડી થયેલી વરાળ વરસાદરૂપે નહિ પડતાં બરફરૂપે પડેછે. એરીતે તેમનાં શિખર અને ઊપલા ભાગો બરફથી સદા ઢંકાયલાં રહેછે. એવા ઊંચા પહાડી પ્રદેશોના ઊપલા ભાગોમાં ઊનાળામાં એ બરફ રહેછે, તોપણ તેની નીચેના ડુંગરોપર પડેલું બરફ ઊનાળામાં હમેશા ઓગળી જાયછે. કોઈ એક લીટી કે મર્યાદાની નીચે જમીનપરનું બરફ ઓગળી જાયછે, અને તેની ઉપરનું બરફ રહેછે એમ દરવરસે જોવામાં આવેછે. આ મર્યાદાને **હિમરેખા કે નિરંતર બરફની મર્યાદા** કહેછે. એની ઊંચાઈ દુનિયાના જુદા જુદા ભાગોમાં ભિન્ન ભિન્ન હોયછે. વિષુવવૃત્તની બેઉ બાજૂએ ઉષ્ણ પ્રદેશોમાં તે વધારેમાં વધારે હોયછે. એ ઠેકાણે તે સાગરની સપાટીથી પંદર હજાર ફૂટ ઊંચી હોયછે. પરંતુ ધ્રુવ પાસેના શીતળ પ્રદેશોમાં તે સાગરની સપાટીની પાસે હોયછે. બીજી રીતે કહીએ તો ધ્રુવ પ્રદેશોમાં હવા એટલી ઠંડી

હોયછે કે સાગરની સપાટીની પાસે સદા બરફ હોયછે, અને વિષુવવૃત્તના પ્રદેશો એટલા ગરમ હોયછે કે વાના જે ટાઢા ભાગમાં આખું વરસ બરફ રહી શકે તેની પાસે પહોચતાં હજારો ફૂટ ઊંચે ચઢવું પડે.

૧૮૮. બરફનું તોફાન તો આપણા દેશમાં થતું નથી. વાતાવરણમાં પ્રથમ તો થોડાં બરફનાં ફૂલ વરસેછે; પછી તેઓ સંખ્યામાં અને કદમાં વધેછે, અને છેલ્લે જમીન ધોળી થવા માંડેછે; અને જેમ વખત જાયછે તેમ આખા દેશમાં છ કે બલકે વધારે ઇંચની જાડાઇના થીજેલા જળની ધોળી ચાદર પથરાઇ જાયછે. શીઆળામાં તે દેશમાં હોઇએ તો એ આપણે જોઇ શકીએ. વરસાદ અને બરફમાં મોટો તફાવત એ છે કે એટલાજ વખત સુધી વરસાદ વરસ્યાં કરે તોએ રસ્તા અને ખેતરો દૃષ્ટિએ પડે, કેમકે વરસાદનું દરેક ફોરૂં જે ઠેકાણે પડેછે તે ઠેકાણે પડી નહિ રહેતાં જમીનમાં નીચે ઊતરેછે, અથવા પાસેના નાળામાં વહી જાયછે. પરંતુ દરેક બરફનું ફોરૂં પવને કરીને બીજે કોઇ ઠેકાણે ઊડી જાય નહિ તો તે જ્યાં પડેછે ત્યાંજ રહેછે. વરસાદનું પાણી જમીનપરથી જેમ ઉતાવળે જતાં રહેવાય તેમ જતું રહેછે; બરફથી જેમ વધારે વાર રહી શકાય તેમ રહેછે.

૧૮૯. આ મોટા ભેદને લીધે જળના એ બે પ્રકારની બીજી કૃતિઓમાં એટલીજ મોટી ભિન્નતા પડવી જોઇએ. વરસાદનો માર્ગ તો તમે જોયો ; હવે બરફનું શું થાયછે તે ખોળી કહાડીએ:

૧૯૦. જે દેશમાં બરફ સદા રહેતું નથી તેવા દેશમાં આ પ્રશ્નનો ઉત્તર એ છે કે શિયાળામાં જે બરફ પડેછે તેને ઓગાળી શકે એટલી ગરમી વાયુમાં હોય નહિ ત્યાંસૂધી તે ભોંયપર

પડી રહેછે. પાણીના પૃષ્ઠપર વરાળ થાયછે તેમ બરફના પૃષ્ઠ ઉપરે થાયછે; માટે બરફ પીગળી તેનું પાણી વહી ગયું ન હોય તોએપણ બરફનું પડ વરાળ રૂપે વામાં શોષાયાથી આખરે તે અદૃશ્ય થાય, પણ ઘણું કરીને તેમ ન થતાં તે વીઘરી જાયછે; એટલે તાપ વધવાથી બરફ ઓગળી જાયછે. બરફ વીઘરેછે ત્યારે વરસાદના પાણીની પેઠે તે પણ જમીનમાં ઊતરેછે અને નાળાં ભણી વહી જાયછે. ત્યારે પછી તેની પાછળ જોવા જવાની જરૂર નથી, કારણ કે વરસાદના પાણીનું જે થાયછે તેજ બરફ-ના પાણીનું થાયછે. તમારે એટલું યાદ રાખવું કે બરફનો મોટા જથ્થો ઉતાવળે વીઘરી જાય તો દેશમાં પુષ્કળ પાણી વહી નદી-નાળાંમાં ઝટ પૂર આવે. એ રીતે નદીઓમાં એકદમ પૂર આવવાથી તથા પાણી ઊભરાઈ તેના કાંઠાપરનાં ખેતરોમાં અને ગામોમાં ફરી વળવાથી ભારે હાનિ થાય.

૧૯૧. જે દેશોમાં સદા બરફ રહેછે તે દેશોમાં આખા વરસ-માં બરફ વરસેછે તે સઘળા બરફને ઊનાળાનો તાપ વીઘારી શ-કતો નથી. ત્યારે એ થીજેલું પાણી ત્યાંથી બીજી કઈ રીતે ખસતું હશે? એ પર્વતોપરથી બરફ કોઈ પ્રકારે જાયછે એ તો સ્પષ્ટ છે, કેમકે જતું ન હોય, અને સેંકડો વરસ સુધી ત્યાં વરસો વરસ એ-કઠું થયાં કરે તો પર્વત ઉપર બરફનો મોટો ઢગલો થઈ આકા-શમાં ઘણો ઊંચો જાય અને બધી બાજુઓએ પ્રસરી ધીમે ધીમે તેની આસપાસની તમામ નીચી જમીનને દાટી દે. પણ એવું કાંઈ થતું નથી. આ ગૌરવ હિમમય પર્વતોનો દેખાવ સેંકડો વરસ તેનો તેજ રહેછે. તેમનાં સ્વરૂપ વધતા જતા બરફમાં દટાઈ જતાં નથી.

૧૯૨. વરસાદનું વધારાનું પાણી નદીમાર્ગે વહી જાયછે એ તો તમને સાંભરતું હશે. હિમરેખાની ઉપરનો વધારાનો બરફ એજ પ્રકારે વહી જાયછે. તે હિમક્ષેત્રની પટીની વાટે વહી જાયછે.

૧૯૩. જ્યારે બરફનો જમાવ પુષ્કળ થયો હોયછે ત્યારે ઊપલા થરનું નીચલા થરપર દબાણ થવાથી તેઓ સજડ થાયછે. જમીનનું પૃષ્ઠ ઘણું કરીને કોઈ દિશામાં ઢળતું હોયછે, ભાગ્યે છેક સપાટ હોયછે. ઊંચા પર્વતોના ઢાળ ઘણીવાર લગભગ ઊભા હોયછે. ઢાળપર બરફ બહુ એકઠું થાયછે અને તેથી નીચેનું ઉપરના ભારથી કઠણ અને નક્કર બનેછે ત્યારે તેના ત્યાં પડી રહેવાના વંજાણને ગુરૂત્વાકર્ષણ તોડેછે, તેથી તે બરફ ઊતરતે ઢાળે ધીમે ધીમે લપસવા માંડેછે. એક ઢાળપરથી નીચે બીજા ઢાળપર, ત્યાંથી ત્રીજાપર એમ હેઠે ઊતરેછે, અને આસપાસના ઢાળપરથી લપસી આવતા બીજા ઢગલા તેમાં મળતા જાયછે. છેલ્લે આગલો ભાગ લાંબો પટી જેવો બની લપસતો કોઈ ખીણમાં નીચે ધીમે ધીમે ઊતરેછે, અને ત્યાં વીખરી જાયછે; બરફના મોટા પટ તે હિમક્ષેત્ર, અને તેનો જે સાંકડો ભાગ ખીણમાં ઊતરે તે હિમક્ષેત્રની પટી. દેશમાંનું વધારાનું પાણી નદી વાટે વહી જાયછે, તેમ એ હિમક્ષેત્રનો વધારાનો બરફ એ વાટે વીખરી જાયછે. હિમક્ષેત્રની એ નીચે ઊતરતી પટીને ઇંગ્રેજી બોલીમાં ગ્લેઝિયર કહેછે. આપણા દેશમાં એવા ઊંચા પર્વત નથી તેથી એવું બનતું નથી, અને એને માટે બોલ નથી, પણ હિમાલય પર્વતપર એમ થાયછે તેથી ત્યાંના લોકમાં એને માટે કોઈ શબ્દ કદાપિ હશે.

૧૯૪. પરંતુ હિમક્ષેત્રમાંથી બરફનો જે પટ બહાર આવેછે તે બરફનો નથી, પણ યખનો છે. બરફ નીચે સરેછે તેમ દબાઈને તેનો ઘન હિમ કે યખ બનેછે. દરેક બરફનું કોરૂં ઝીણા બિલોરના દાણાનું બનેછે. એ ઝીણો સ્ફાટિક જેવો કણ યખ છે. એ રીતે બરફનો ઢગલો યખના ઝીણા કણનો જથો છે, ને એ કણની વચ્ચે વા રહેલોછે. માટે બરફ દબાયછે ત્યારે માંહેલો વા બહાર નીકળી જાયછે, અને યખના છૂટા રહેલા

કણ એકઠા બાઝી ઘન ગચ્છી બનેછે. બે હાથની વચ્ચે લાડવા કરેછે તેમ વરસેલા બરફને જોરથી દબાવ્યાથી તેનો કઠણ ગોળો બનાવી શકાયછે. જેમ વધારે જોરથી દબાવી શકાય તેમ તે ગોળો વધારે કઠણ થાયછે. ફૂલ બરફમાંથી એટલે ફૂલ હિમમાંથી ઘન હિમ બનતાં જે થાયછે તેજ હાથવતે ગોળો કરવાથી થયું. માંહે ભરાઈ રહેલા વાને દાબી કાઢવાથી હિમકણ પાસે પાસે બાઝવાથી કઠણ થાયછે. તોપણ હાથના બળથી જરાએ જરા વાને કાઢી નાખી શકાતો નથી. તેથી બહુ જોરથી દાબ્યા છતાં પણ માંહે પૂરાયલા વાયુને લીધે તે ગોળો ધોળો રહેછે. પણ હિમક્ષેત્રમાં નીચેના ફૂલ હિમ ઉપરજ ઘણું વધારે દબાણ થાયછે; જેમ ઉપર ભાર વધે તેમ તેમ દબાણ વધારે થાય ને તેથી તે દબાયલા હિમકણની વચ્ચે રહેલો વા નીકળતો જાયછે, અને છેલ્લે તે બરફ સ્વચ્છ પારદર્શક પાષાણ જેવો થાયછે. તે ઘન હિમ કે યખ બનેછે.

૧૯૫. માટે ગ્લેઝિયર એટલે હિમક્ષેત્રની નીચે ઊતરેલી પટી એ નદી છે, પણ તે પાણીની નદી નથી. હિમક્ષેત્રમાંથી ઊતરેલા ઘન હિમની નદી છે. કોઈવાર તે હિમરેખાની બહુ નીચે ઊતરેછે. આખી ખીણને ઢાંકી દઈ હળવે હળવે નીચે આવેછે. ઊનાળામાં દરરોજ આખો દિવસ તેનું પૃષ્ઠ પીગળી સ્વચ્છ પાણીના વહેળા તેપર દોડેછે; પણ રાતે તેઓ થીજી જાયછે. છેલ્લે ખીણના તે સ્થળે તે જઈ પહોંચેછે, જ્યાંથી તેનાથી અગાડી જઈ શકાતું નથી, કેમકે જેટલા વેગથી તે આગળ જાયછે તેટલા વેગે ત્યાંના વાયુની ઉષ્ણતા તેને ઓગાળેછે. એ રીતે હિમક્ષેત્રનો છેડો આવેછે. એ છેડામાંથી કચરાળા પાણીના વહેળા નીકળી આગળ મોટી નદીમાં ભળેછે. હિમક્ષેત્રનું પાણી એ નદીની વાટે વહી જાયછે.

૧૯૬. મોટા ગ્લેઝિયરનાં મુખ્ય લક્ષણોમાંનાં કેટલાંક નીચલી આકૃતિમાં બતાવ્યાંછે. બરફથી ઢંકાયલાં શિખરો ઊંચે ગગનને

અડકેલાં દૂરથી દેખાયછે, તેમાં હિમક્ષેત્ર આવેલાંછે. બેઉ બાજૂએથી બરફ મુખ્ય ખીણ ભણી ધસી આવી ત્યાં ગ્લેશિયર



આકૃતિ ૧૩ મી—ઘન બરફમાં મોટા દટાયલા પાહાણા, નાના પથરા, કાંકરા, બરફથી ઘસાયલા ખડકો, અને બરફમાંથી વહેતી નદીઓ સહિત બરફના મોટા ગ્લેશિયરનો દેખાવ.

બનેછે. ખીણની ગલીકુંચીમાં ભરાયછે અને છેલ્લે ચિત્રમાં દેખાયછે તેમ તેનો એકાએક છેડો આવેછે, અને બરફના વીઘરતા છેડામાંથી નદીનું વહેણ ચાલેછે.

૧૯૭. નદીના કાંઠા અને તળીયું ઘસાઈ જાયછે, અને પોચામાં પોચી જમીનમાં તેમજ કઠણમાં કઠણ પાષાણમાં તે પોતાને વહેવાનું પાત્ર ખોદી કાઢેછે (કલમ ૧૭૩). વળી જમીનપરથી કાદવ, રેતી, અને પથરાને દરિયામાં તે ઘસડી લઈ જાયછે. બરફના મોઠા પટનું કામ એવી જાતનું છે, પરંતુ કેવળ ભિન્ન રીતે થાયછે.

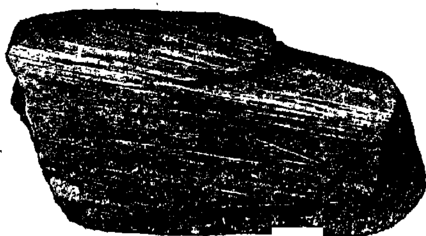
૧૯૮. જ્યારે નદીમાં પથરા પડેછે ત્યારે તેઓ તળીએ

બેસેછે અને વહેણ તેમને ત્યાં તાણી જાયછે. કાદવ નદીમાં ભળેછે ત્યારે પાણીમાં તે અધર રહેછે ને પાણી જોડે આગળ ઘસડાયછે. પરંતુ બરફના મોટા પટનો ઘન બરફ નક્કર પદાર્થ છે તેના પૃષ્ઠઉપર જે પથરા અને કાદવ પડેછે તે ત્યાં રહેછે અને બરફના મોટા પટના આખાની જોડે તેઉપર સ્વારી કરતા આગળ જાયછે. ૧૩ મી આકૃતિમાં બતાવ્યાપ્રમાણે ગ્લેસિયર ઉપર મોટાં ગચ્છીઆં, મોટી શિલા, પથરા, ઢેફાં, વગેરેની લાંબી હારો બાઝેછે તેને "મોરેન" કહેછે. પણ ઘન બરફમાં ઘણીવાર ઊંડા ચીરા પડેછે, અને તે ચીરા વખતે પહોળા થાયછે ને તેમાં હિમ અથવા બીજી ઉપાધિને લીધે ખીણની બાજૂઓમાંથી છૂટા પડેલા પથરા અને માટી પુષ્કળ ભરાયછે. એ રીતે ફાટોમાં ઊતરેલા પદાર્થો તળીએ બેસેછે અને જે ખીણમાં તે ઊતરેછે તેને તળીએ પહોચેછે; વળી તેજ વખતે બરફના મોટા પટની કોર અને ખીણની બાજૂની વચ્ચે એવીજ જાતનો કચરો ધશી પડેછે.

૧૯૯. જે સંગીન બરફ પર્વતપરથી ઊતરેછે તેની નીચે દબાયલા રેતીના કણ, કાંકરા, અને પથરાવડે એ પર્વત છોલાયછે. જેમ વાસણ માંજવાને ઝીણો ભૂકો હોયછે તેવો પર્વતોને છોલી સાફ કરવાનો જાણે જાડો ભૂકો તે બનેછે. તે વડે ગ્લેસિયરો પોતાના માર્ગની બાજૂઓ અને તળીઆને નિરંતર ઘસેછે. એક બરફના ડુંગર નીચે જાઓ અથવા જે બાજૂએથી તે થોડોક ખસ્યો હોય તે બાજૂનો કોઈ ભાગ તમે જુઓ તો પાહાણાનાં પૃષ્ઠ ઘસાઇ ગયેલાં અને પથરાની તીક્ષ્ણ ધાર અને રેતીથી તેનાપર લાંબા ઘસરકા પડેલા તમારી દૃષ્ટિએ પડશે. કઠણ હિમથી પર્વતપર બનેલાં ગોળ ઢેફાં ૧૩ મી આકૃતિના આગલા ભાગમાં બતાવ્યાંછે.

૨૦૦. જે નદી ગ્લેસિયરને છેડેથી નીકળેછે તેનાં પાણી હમેશા મેલાં કાદવવાળાં હોયછે તેનું કારણ હવે તમારા સમજ-

વામાં આવશે. ગ્લેશિયરના આખા તળીઆને પથરા ચોંટી ગયા હોયછે તેઓ નીચેના પાહાણાને ઊજરડી ખેરવી પાડેછે. એ રીતે ઝીણી ધૂળનો પુષ્કળ કાદવ થાયછે તે પાણીના વહેળા



આકૃતિ ૧૪ મી—ગ્લેશિયર એટલે બરફના મોટા પટની નીચે ઊજરડાયલો અને સાફ થયેલો છૂટો પથરો.

બરફના મોટા પટોમાંથી નીચે વહેછે તેમાં ઘસડાઈ જાયછે બરફ નીચેથી કચરાળું પાણી વહેછે તે તેને છેડેથી બહાર આવેછે.

૨૦૧. ગ્લેશિયરો પર્વતોમાં પોતાને જવાનો માર્ગ ખોદી કહાડેછે એટલુંજ નહિ, પણ બેઉ બાજૂએ ડુંગરામાંથી ખરી પડેલાં પુષ્કળ ગચ્છીઆં, પથરા, કાંકરા, અને માટી તેની પીઠ ઉપર પડેલાં તેઓને નીચે તેડતા જાયછે. તેની પીઠઉપર એ રીતે ઘરનાં જેવડાં ગચ્છિયાં ઘણા મૈલસૂધી ચાલ્યાં જાયછે, અને જે ઠેકાણે બરફ ઓગળેછે તે ઠેકાણે વાસો કરેછે. આ મોટાં ગચ્છિયાંમાંના એકનું નીચલી (૧૫મી) આકૃતિમાં ચિત્ર આપ્યુંછે. દર વરસે લાખો મણ છૂટાં પડેલાં ગચ્છિયાં, પથરા, અને કાદવ બરફવાળા પર્વતોપરથી નીચે આવેછે, અને જે ખીણોમાં તે ગ્લેશિયરો જઈ અટકેછે ત્યાંસૂધી તેઓ બરફની પીઠઉપર બેશી મુસાફરી કરેછે.

૨૦૨. ધ્રુવના પ્રદેશોમાંહેના ગ્લેશિયરો દુનિયામાં મોટામાં મોટા છે. ઉત્તર ગ્રીનલાંડ તો એક મોટા ગ્લેશિયર નીચે દટાયલોછે, અને તેની લાંબી ચાંચ નીચે ખીણમાં અને દૂર સા-

ગરસૂધી જાયછે. ગ્લેશિયર દરિયામાં જાયછે ત્યારે તેનો થોડોક ભાગ તૂટી સાગરમાં તરેછે તેને બરફના તરતા ડુંગર કહેછે (આકૃતિ ૧૬). આ શીત પ્રદેશોમાં ગ્લેશિયરો એટલા મોટા હોયછે કે તેમની બાજૂએ જે મોજાં અથડાયછે તેનાથી સેંકડો ફૂટ ઊંચા એ તરતા ડુંગરો હોયછે. તોપણ એ તરતા ઘન બરફનો જે મોટો ભાગ પાણીની ઉપર દેખાયછે તેનાથી લગભગ

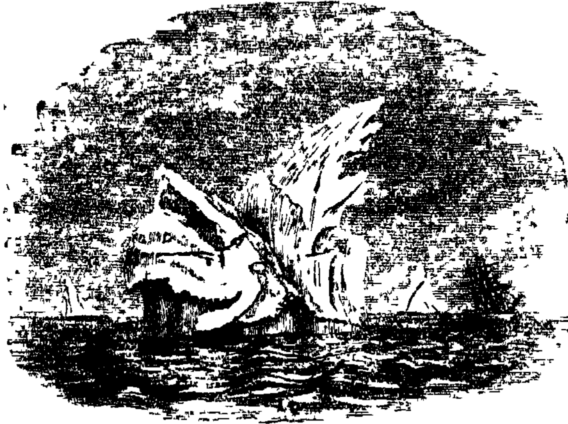


આકૃતિ ૧૫ મી—પ્રાચીન હિમક્ષેત્રવડે આલ્પ્સ પર્વતપરથી ઘસડાઈ જૂરા પર્વતપર આવીને રહેલું અસ્થિર ગચ્છિયું.

સાત ગણો ભાગ પાણીની નીચે હોયછે. એવા બરફનો કડકો લઈ પાણીના વાસણમાં મૂકી તેનો કેટલો ભાગ પાણીની ઉપર રહેછે તે તપાસશો તો એ વાત તમારા ધ્યાનમાં ઊતરશે. દરિયામાં ઊંડા ઊતરી એ ડુંગરો ઓગળી જાયછે ત્યાંસુધી આમ તેમ તરેછે, અને ઓગળ્યા પહેલાં કોઈવાર તેના મૂળસ્થાનથી એટલે જે ગ્લેશિયરમાંથી તેઓ નીકળ્યા તેનાથી સેંકડો મૈલ દૂર જઈ પહોંચેછે.

૨૦૩. બ્રિતન દેશમાં પણ અગાઉ કોઈ કાળે ગ્લેશિયર હતા એ તમે અગાડી શીખશો. બરફથી ઊજરડાયલા અને ઘસાઈ ગયેલા પાહાણો અને બરફની પીઠ ઉપર સ્વારી કરી આવેલા

છૂટા પથરાના ઢગલા તથા મોટાં ગરિછયાં તમે તમારી આંખે જોઈ શકશો. વેલ્સ અને કંબર્લાંડમાં, સ્કાટ્લાંડના ઘણા ભાગોમા, તથા આયર્લાંડમાં પણ બરફની એ અને બીજી ઘણી નિશાનીઓ જડેછે. માટે ગ્લેઝિયરોવિષે શીખવામાં હાલ જે



આકૃતિ ૧૬ મી—દરિયામાં બરફના તરતા ડુંગરો.

પ્રદેશોમાં ગ્લેઝિયરો બનેછે તેનુંજ માત્ર જ્ઞાન થાયછે એટલુંજ નહિ, પરંતુ એ જ્ઞાનનો ઉપયોગ જ્યાં હાલ તે નથી ત્યાં પણ કરી શકાય.

સાગર.

૧. સાગર અને ભૂમિનો સમુદાય.

૨૦૪. આપણે જમીનપર વશીએ છીએ અને મેદાન, ખીણ, ડુંગરા, પર્વત, ઈત્યાદિ ભૂમિના પૃષ્ઠના ભિન્ન ભિન્ન આકાર આપણે જાણીએ છીએ; માટે પૃથ્વીનો મુખ્ય ભાગ ભૂમિ છે એમ આપણે ધારીએ છીએ. આપણા લોકમાંના જેઓ દેશના માંહેલા ભાગમાં રહેછે તેઓમાંના ઘણાક દેશની બહાર

ગયેલા નથી અને તેમણે નદી, તળાવ, અથવા મોટા કુંડ કરતાં પાણીનો વધારે મોટો પટ જોયો નથી, પણ તેઓ પશ્ચિમ ભણી ચાલ્યા જાય તો તેઓ ભૂમિની કોરે પહોચે અને તેમના મોઢા આગળ જળનો મોટો પટ આવી રહે. મુંબાઈમાં હરકોઈ દિશામાં તમે જાઓ તો છેવટે જમીનને છેડે આવી પહોચશો અને તમારી આગળ પાણીનો મોટો પટ દેખાશે. તમે નાવમાં બેશીને મુંબાઈની આસપાસ બધી મેર ફરી વળી શકો, અને તેવડે નક્કી કરી શકો કે મુંબાઈ બેટ છે.

૨૦૫. મુંબાઈની આસપાસ તો એકજ દહાડામાં ફરી વળી શકો, પણ તેને બદલે મોટા ઝાઝમાં બેશી સીધા પશ્ચિમ દિશામાં હંકારો તો ફરીને જમીન નજરે પડતાં આઠ દશ દિવસ થાય. અથવા વધારે દક્ષિણ દિશામાં તમે હંકારશો તો કેટલાક મહિનાસૂધી જમીન દૃષ્ટિએ પડ્યા સિવાય તમે સફર કર્યા જશો; અને છેલ્લે દક્ષિણ ધ્રુવની આસપાસ આવેલી જમીનની હદમાં બરફના ડુંગરા તમારી નજરે પડશે. એ રીતે પૃથ્વીના પૃષ્ઠના કેટલા મોટા વિસ્તારમાં પાણી છે તે તમારા જાણવામાં આવશે.

૨૦૬. ખરૂં જોઈએ તો પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર કોરી જમીન કરતાં પાણીથી ઢંકાયલી જમીનનો વિસ્તાર લગભગ ત્રણ ગણો છે; એટલે પૃથ્વીના પૃષ્ઠના આશરે ત્રણ ભાગપર પાણી છે અને એક ઉપર કોરી જમીન છે એવો અડસટો કહાડવામાં આવ્યોછે. એ વાત આ દેશના કે ગમે તે દેશના હરકોઈ ભાગમાં જે કાંઈ આપણે જોઈ શકીએ તેપરથીજ કહી શકાય નહિ. માણસોએ પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરીછે અને ઘણી દિશામાં તેની બીજી મેર ગયાછે તેને લીધેજ જમીન અને પાણીનું પ્રમાણ જાણવામાં આવ્યુંછે.

૨૦૭. નિશાળોમાં પૃથ્વીના ગોળા હોયછે તેમાંનો એક ગોળો લઈ ધરીપર તેને ધીમે રહીને ફેરવો. જમીનની સપાટી કરતાં પાણીની સપાટી કેટલી બધી મોટી છે તે તમે ઝટ જુઓ-

છો. પરંતુ પાણી અને જમીનની વહેંચણસંબંધી કેટલીક બીજી મનોરંજક હકીકત તમારી નજરે પડશે.

૨૦૮. પ્રથમતો તમામ પાણી એક મોટા સમુદાયમાં ભેગું જોડાયલું તમારી દૃષ્ટિએ પડશે. એને આપણે સાગર કહીએ છીએ. પરંતુ જમીનમાં સાગર ઘૂસવાથી તેના ઘણા ભાગ પડી ગયેલાછે; અને જમીનના મુખ્ય સમુદાયમાંથી કેટલાક ભાગ વિખૂટા પડી ગયેલા હોયછે તેઓ બેટ છે. એ રીતે જમીનના વિખૂટા પડેલા કડકામાંનો એક કડકો સુંબાઈ છે.

૨૦૯. બીજું, વિષુવવૃત્તની દક્ષિણ દિશા કરતાં ઉત્તરે પુષ્કળ જમીન તમારી દૃષ્ટિએ પડેછે. તમારી આંખની નીચે સીધું લંડન શહેર આવે એવી રીતે ગોળો ચડાવશો તો ગોળાપરની ઘણીખરી જમીન તમારી નજરે પડશે; અને ગોળાને દક્ષિણ દિશાએ મસ ચડાવી ન્યૂઝીલાંડના પ્રદેશપર સીધી નજરેથી જોશો તો સાગરનો ઘણોખરો ભાગ તમારી દૃષ્ટિએ પડશે. એ રીતે પૃથ્વીપરના દેશોની વચગાળે એટલે કોરી જમીનનો જે ગોળાર્દ્ધ છે તેના મધ્ય બિંદુની થડમાં લંડન શહેર છે; અને આ મધ્ય સ્થાનને લીધે ઇંગ્રેજના વેપારને બેશક લાભ થયોછે.

૨૧૦. ત્રીજું, જમીનના સમુદાય એવા આવેલાછે કે તેથી સાગરના કેટલાક ભાગ એકએકથી થોડાક વિખૂટા પડેલા દીઠામાં આવેછે. જમીનના આ સમુદાયને ખંડ કહેછે, અને તેમની વચ્ચે આવેલા પાણીના પહોળા પટને મહાસાગર કહેછે. પૃથ્વીના નક્કર ભાગનું પૃષ્ઠ અસમાન છે એટલે કેટલોક ભાગ પહોળો ઊપસેલો અને ટેકરાવાળો છે, અને કેટલાક ભાગમાં પહોળાં નીચાણ અને ખાડા છે એમ ધારો. હવે નીચા ખાડામાં સાગરના પાણીનો જમાવ થયેલોછે, અને સાગરની સપાટીથી જે ભાગ ઊંચા છે તેજ માત્ર કોરી જમીન કે સ્થળ છે.

૨૧૧. આ લઘુ પુસ્તકનાં પાછલાં પાનાંમાં સાગરવિષે ઘણીવાર કહેવામાં આવ્યુંછે. વાતાવરણ માંહેલા ભેજનો ઘણો ભાગ સાગરમાંથી આવેછે તે તમે શીખી ગયા; અને

જમીનના પૃષ્ઠપરથી બધી નદીઓ અને ખરી પડેલી તમામ રેતી, માટી, વગેરે જે નદીના પાણી જોડે ઘસડાઈ જાયછે તે સર્વ એજ મોટા ખાડામાં જઈ સમાયછે. હવે સાગરનાં થોડાંક મુખ્ય લક્ષણોવિષે જરા ઝીણી તપાસ કરીએ.

૨. સાગરનું પાણી શામાટે ખારૂં છે?

૨૧૨. તમે સાગરનું પાંણી તપાસશો તો તે ખારૂં માલૂમ પડશે; જમીનપરના બીજા પાણીથી તે એ વાતે જુદું પડેછે એમ જોવામાં આવેછે. સાધારણ ઝરણના કે નદીના પાણીમાં જે વસ્તુ હોવી નથી તે વસ્તુ એમાં છે. ઝરણના નિર્મળ પાણીનું એક ટીપું લઈ કાચના વાસણમાંથી વરાળરૂપે ઊડી જવા દેશો તો તે વાસણમાં તેમાંનું કાંઈ બાકી રહેશે નહિ. ૧૧૭ મી કલમમાં તમે શીખી ગયા કે ઝરણના પાણીમાં કેટલાક ખનિજ પદાર્થ ઓગળેલા હોયછે, અને એ પદાર્થોમાં વરાળરૂપે ઊડી જવાની શક્તિ નહિ હોવાથી પાણી વરાળરૂપે ઊડી જાયછે ત્યારે તેઓ પાછળ રહી જાયછે. પરંતુ એ પદાર્થો પાણીના એક ટીપામાં એટલા થોડા હોયછે, કે તે ટીપું સુકાઈ જાયછે ત્યારે તેનો દૃષ્ટિગોચર ડાઘો રહેતો નથી. પરંતુ સાગરના પાણીનું ટીપું લઈ વરાળરૂપે તેને ઊડી જવા દેશો તો ઝીણું ધોળું બિંદુ કે ડાઘો પડેલો તમારી દૃષ્ટિએ પડશે. અને એ ડાઘને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રમાંથી જોશો તો મીઠાના નાજુક બિલોરનો તે બનેલો દેખાશે. ગમે તે સાગરના પાણીનું ટીપું લેશો તો એ એમજ થશે. પાણી ઊડી ગયા કેડે તેમાં મીઠાના બિલોર દેખાશે.

૨૧૩. સાગરના પાણીમાં મીઠા ઊપરાંત બીજી કેટલીક વસ્તુઓ છે. પરંતુ મીઠું બધાથી વધારે છે, અને હાલમાં બાકીની વસ્તુઓવિષે કહેવાની જરૂર નથી. હવે સાગરમાં આ સઘળો ખનિજ પદાર્થ ક્યાંથી આવેછે? સાગરનો તમામ ખાર ખડકો ક્ષીણ થાયછે તેમાંથી આવેછે.

૨૧૪. જમીનની નીચેના અને ઉપરના ખડકોમાં ભિન્ન ખનિજ પદાર્થોને પાણી કેવી રીતે ઓગાળે છે તે તમે ૧૨૫ મી અને ૧૩૨ મી કલમમાં શીખી ગયાછો; મીઠું એમાંની એક જાણસ છે. માટે ઝરણના અને નદીના પાણીમાં ખાર હોયછે અને તે સાગરમાં તણાઇ જાયછે. તેથી આખી પૃથ્વીપર પુષ્કળ ખાર દરવર્ષે મહાસાગરમાં તણાઇ જવો જોઇએ.

૨૧૫. વરસાદનું અને નદીનું જેટલું પાણી દરિયામાં જાયછે તેટલું પાણી વરાળરૂપે ઊડી જાયછે. પરંતુ તેમાં જે ખાર આવેછે તે તો રહેછે. થોડુંક ખારૂં પાણી લઈ વરાળરૂપે તેને ઊડી જવા દેશો તો સ્વચ્છ પાણી ઊડી જશે અને ખાર રહેશે. એજપ્રમાણે સાગરમાં બનેછે. નદીઓ હરરોજ સાગરમાં નવો ખાર ઘસડી જાયછે. વળી કરોડો ખાંડી પાણીની વરાળ થઈ વાતાવરણમાં દરરોજ ભળેછે. માટે સાગરનું પાણી દિવસે દિવસે વધારે વધારે ખારૂં થવું જોઇએ. પરંતુ એમ બહુજ ધીમે ધીમે બનેછે.

૨૧૬. મહાસાગરમાં નદીઓના પ્રવાહ પ્રથમ ભળ્યા ત્યારથી તેનું પાણી થોડે થોડે ખારૂં થવા માંડ્યું હશે, તોપણ તે જેટલું ખારૂં થઇ શકે તેટલું આજે પણ ખારૂં નથી. ઉદાહરણ, આટલાંતિક મહાસાગરમાં જાતજાતના ખારોનું એકંદર વજન પાણીના દર સો ભાગે આશરે સાડા ત્રણ ભાગ છે. પરંતુ મૃતસરોવર જે અતિશય ખારૂં છે તેમાં પાણી દરસો ભાગે ચોવીસ ભાગ છે.

૩. સાગરની ગતિઓ.

૨૧૭. આપણા દેશને સમુદ્રકાંઠે હરકોઈ ઠેકાણે ઊભા રહી દરિયાની સપાટીપર થોડીવાર નિરીક્ષા કરશો તો તે અસ્થિર માલૂમ પડશે. શીઆળાના અતિ શાંત દિવસે પણ છેક નાનાં મોજાં અથવા મંદ ઉછાળા દેખાશે; બીજે સમયે જરા મોટાં મોજાં જમીનભણી વળતાં આવેછે, અને કાંઠે અથડાઈ

લાંબી લીટીઓમાં વેરાઈ જાયછે, પરંતુ કોઈ કોઈ વાર મસ વા છૂટેછે ત્યારે પાણીનાં મોટાં ઉંચાં ઊછળતાં અને ફીણ ભર્યાં મોજાં કાંઠે ધશી આવેછે.

૨૧૮. વળી તમે વધારે વાર જોશો તો જણાશે કે દરિયો શાંત હોય કે તોફાની હોય તોપણ કાંઠાઉપર હોય ત્યાંનો ત્યાં તે સદા રહેતો નથી. દિવસમાં એકવેળા પાણીની કોર ઢળતા કાંઠાના ઉપલા ભાગને અડકેછે; છ કલાક કેડે તે નીચલા ભાગપર જઈ રહેછે. દરરોજ અને વરસોવરસ તેનું પાણી એટલું નિયમસરં ચઢે ઉતરેછે કે તેની ગતિનું અગાઉથી ભવિષ્ય બાંધી શકાયછે. સાગરના આ ચઢ ઉતર કે ભરતી ઓટને જુવાળ કહેછે.

૨૧૯. ખાલી શીશાને દાટો મારી સમુદ્રમાં ફેંકશો તો તે તરશે. પરંતુ જે ઠેકાણે તે પડશે ત્યાં બહુવાર રહેશે નહિ. તે દૂર ચાલવા માંડશે અને ફરીને કોઈ કાંઠાપર ચઢી જશે ત્યાંસુધી ઘણે છેટે સુધી તણાયો જશે. ભરદરિયે નાંખેલા શીશા એ રીતે સેંકડો મૈલ તણાઈ ગયેલા જાણવામાં આવ્યાછે. જે દિશામાં પવન વાયછે તે દિશામાં ઘણું કરીને સાગરના પૃષ્ઠનો આ પ્રવાહ હોયછે.

૨૨૦. પરંતુ પૃષ્ઠનું પાણીજ એમ વહેછે એટલું નહિ. બરફના તરતા ડુંગરોવિષે તમે થોડુંક શીખી ગયાછો (કલમ ૨૦૨); અને તેમના સંબંધી એક અગત્યની બાબત યાદ રાખવાની એ છે કે તેઓ મોટા દેખાયછે તો એ પાણી ઉપર જેવડા દેખાયછે તેનાથી લગભગ સાતગણા તેઓ પાણીની અંદર હોયછે. હવે કોઈવાર એવું બનેછે કે જે દિશાનો જબરો પવન હોયછે તેની સામેની દિશા તરફ બરફનો ડુંગર ચાલ્યો જાયછે. એ પરથી એવું માલૂમ પડેછે કે પવનની જોડે તે નહિ ચાલતાં દરિયાના અંદરના જબરા પ્રવાહની જોડે હીંડેછે. ટૂંકામાં એટલું યાદ રાખવું કે સાગરની અંદર પુષ્કળ પ્રવાહ ચાલેછે; કેટલાક પ્રવાહ

ઠંડા ભાગોમાંથી આવી ગરમ ભાગો ભણી જાયછે, અને કેટ-લાક ઉષ્ણ ભાગો તરફથી આવી શીત ભાગો તરફ જાયછે.

૨૨૧. માટે સાગરવિષે ચાર વાત જાણવાની છે; ૧. તેનું પૃષ્ઠ અસ્થિર છે, ને તેપર નાનાં મોટાં મોજાં આવેછે; ૨. ભરતી અને ઓટને લીધે તે સદા ઉછળતો આવજા કરેછે; ૩. પવન જે દિશામાં વાયછે તે દિશામાં તેના પૃષ્ઠના એટલે મથાળાના પાણીનો પ્રવાહ ચાલેછે; અને ૪. વાતાવરણની પેઠે તેના ઘણાક પ્રવાહ છે.

૨૨૨. હાલમાં એ ચાર બાબતોમાંની પહેલી એટલે સાગ-રનાં મોજાં વિષે થોડુંક શીખીશું તો બસ છે.

૨૨૩. સૃષ્ટિમાં જે બહુ મોટા બનાવ બનેછે તે જાણીતી વસ્તુઓવડે તમે દેખાડી શકો. પાણી ભરેલું કુંડું લઈ એક છેડે-થી પાણીપર ફૂંક મારો. પાણીની સપાટીપર ઝીણી લહેરો કે ના-નકડાં મોજાં થાયછે. જે ઠેકાણે તમારી ફૂંક પાણી ને પ્રથમ લાગી તે ઠેકાણેથી નીકળી એ લહેરો અગાડી જાયછે, અને છેલ્લે કુંડા-ની સામેની કોરે અથડાઈ તે ઝીણાં ઝીણાં મોજાં ભાગી જાયછે.

૨૨૪. જે કૃતિથી સાગરનાં અતિ મોટાં મોજાં બનેછે તે કૃતિ તમે થોડામાં કરી. સાગરના આ સઘળા ઉછાળાનું કારણ વાયુની ગતિ છે. કુંડાના પાણીપર તમારા શ્વાસથી જેમ થયું તેમ સાગરના પાણીપર પવનથી થાયછે. તેના પૃષ્ઠ જોડે પવન અથડાયાથી પાણીમાં મોજાં થાયછે, અને તે મોજાંઉપર પવન વાયાં કરેછે તેથી એ મોજાંને વિશેષ બળ મળેછે, અને છેલ્લે તોફાની પવન વાયાથી ડુંગર જેવડાં મોટાં મોજાં થાયછે.

૨૨૫. આપણા કુંડાની બાજુએ અથડાઈ લહેરો ભાગી જાયછે તેમ જમીનપર એકપછી એક મોજું આવેછે તે કાંઠે અથડાઈ પથરાઈને વીખરાઈ જાયછે. ફૂંક મારવી બંધ કીધા કેડે થોડીવાર સુધી કુંડામાં લહેરો થયાં કરેછે તેવીજ રીતે પવન પડી ગયા કેડે સાગરનાં મોજાં કેટલીક વાર ઉછળ્યાં કરેછે. ઘણુંકરીને પાણીને કાંઈ લાગેછે એટલે તે હાલેછે કે ગતિ

જામેછે તેમ સાગરની સપાટીને પણ થાયછે. એકવાર મોજાં ઉછળવા માંડે તો પછી જે ક્ષણે તે ઉત્પન્ન કરનારૂં કારણ બંધ પડે તેજ ક્ષણે તે બંધ પડતાં નથી, પરંતુ કેટલીક વાર લગી તે ઉછળ્યાં કરેછે; ને તેઓની ગતિ ધીમે ધીમે ઓછી થતી જાયછે. અને છેલ્લે સાગર સ્થિર થાયછે.

૨૨૬. એ રીતે વાતાવરણની અસ્વસ્થતાને લીધે સાગરની અસ્થિરતા ઉત્પન્ન થાયછે. વાયુના મંદ અથવા તોફાની પ્રવાહ આમ તેમ સદા દોડ્યાં કરેછે તેથી સાગરપર મોજાં ઉછાળા માર્યા કરેછે. જ્યારે ઉપરનો વાયુ થોડીવાર સ્થિર હોયછે ત્યારે નીચે સાગર નિરાંતે બેસેછે; જ્યારે કાળાં વાદળાંથી આકાશ છવાઈ જાયછે અને તોફાની પવન વાયછે ત્યારે સમુદ્રમાં ભારે મોજાંની અથડમ અથડા થાયછે, અને તેઓ જોરમાં ગડબડતાં જમીનપર ભારે જોરથી ચઢી ફેલાયછે, ઓસરી જાયછે, વળી પાછાં દોડ્યાં આવેછે ને પાછાં ઓસરી જાયછે.

૨૨૭. દરિયાનાં મોજાંથી જે નુકસાન થાયછે તે તમે સાંભળ્યું હશે અને કદાપિ જોયું પણ હશે. દરવર્ષે પુસ્તા અને પાળોને ભાગી નાખેછે; કાંઠાની કેટલીક જમીનને ઘસડી જાયછે; વળી ભાગી ગયેલાં વહાણોનો કાટ કાંઠે તણાઈ આવે તે પણ એ મોજાંને લીધે. માટે વરસાદ, બરફ, અને નદીઓથી પૃથ્વીના પૃષ્ઠઉપર જે નાશ થાયછે, તે ઉપરાંત સમુદ્રતીર વિનાશ કરનાર એ જુદું બળ છે.

૨૨૮. દરિયાવડે જમીન ઘસાઈ જાયછે તેની ભિન્ન ભિન્ન સ્થિતિ કોઈવાર ખડકવાળા કાંઠાપર અજબ રીતે જોઈ શકાયછે. કાંઠા ઉપર કદાસ-પત્થરની ટેકરી આવેલી છે તેને તળીએ મોજાં નિરંતર અથડાયાથી તે ભાગ ખોદાઈ કે ઘસાઈ ગયેલો છે. કોઈ કોઈ ઠામે નક્કર ખડકમાં ગુફા બની છે, અથવા કોઈ બહાર નીકળી આવેલી ભૂશિરમાં ભોંયરૂં ખોદાઈ રહ્યું છે. થોડેક છેટે મોટો ઊંચો પાહાણો પડેલો નજરે પડેછે. પહેલાં તે ટેકરીનો ભાગ હતો, પરંતુ વચગાળેનો જોડનારો ભાગ પડી

જઈ ઘસડાઈ જવાથી હાલમાં તે વિખૂટો પડેલો છે. વળી ન ધારે આગળ પાણીમાં અર્ધો ડૂબેલો બીજો મોટો પાહાણો દેખાયછે તે ત્યાર પહેલાં છૂટો પડેલો તેજ ખડકનો કકડો છે.



આકૃતિ ૧૭ મી.—દરિયાવડે ઘસાંઈ ગયેલો કાંઠો.

અને તેથી આથે દરિયાનાં મોજાં અથડાયછે તેપરથી ડૂબી ગયેલા ખગાબાનું સ્થળ દેખાયછે. એ સ્થળ એથી વધારે પ્રાચીન કાંઠાની મર્યાદા ઓળખાવેછે. જે રીતે સમુદ્ર જમીનને ખાઇ જાયછે તે રીતિ એવા કાંઠાપર સ્પષ્ટ દેખાયછે.

૨૨૯. ઇંગ્લાંડના પૂર્વ કાંઠાપરના કેટલાક ભાગમાં જલદીથી ઘસાઈ જઈ ખરી પડે એવા ખડક છે તે ઠેકાણે દરવર્ષે એક ત્રણ ફૂટ જમીનપર દરિયો આગળ વધ્યો આવેછે. જે શહેરો અને ગામડાં થોડાક સૈકાંપર હતાં તેઓ એકપછી એક નાશ પામ્યાં છે, અને તેમનાં સ્થળ આજે ઉત્તર સાગરનાં ઉછળતાં પાણીમાં ઘણે દૂર પડેલાં છે. પરંતુ આયર્લાંડ અને સ્કાત્લાંદના પશ્ચિમ કાંઠાપર ખડકો ઘણુંકરીને કઠણ અને ઝટ ન ઘસાય એવા હોવાથી વિનાશ મુકાબલે ઓછો થાયછે.

૨૩૦. તમે દરિયા કાંઠે પહેલવહેલા જાઓ તે વેળા દરિયો જમીનને ખેરવી પાડવાના શા ઉપાય કામે લગાડેછે તે ખોળી

જોહાડવું ઉપયોગી થઈ પડશે. ખડકવાળા કાંઠાપર જે થાયછે તે નિહાળ્યાથી તમે એ કામ ઝટ કરી શકશો. કાંઠાના રેતાળ કાંકરીવાળા ભાગમાં જે ઠેકાણે મોજાં અથડાઈ પાછાં વળેછે તે ઠેકાણે જઈ મોજાનું પાણી પાછું વહે તેપર દૃષ્ટિ કરો. પાણી જોડે રેતી અને કાંકરી ઢાળની નીચે ઘસડાઈ જાયછે; અને કાંકરી લીશી નહિ હશે તો તે એક એકને ઘસાયાથી કઠોર અવાજ થાયછે. એ અવાજ કોઈવાર ઘણા મૈલસૂધી સંભળાયછે. બીજું મોજું આવેછે ત્યારે તમે જૂઓછો કે રેતી અને કાંકરાની નીચલી ગતિ ધીમી પડ્યા કેડે તે બીજાં મોજાંમાં સપડાઈ જઈ ફરીને તેઓ કાંઠાપર તણાઈ આવેછે અને પાણી જોડે પાછું જઈ વળી બીજાં મોજાં જોડે ઉપર આવેછે. એમ તે રેતી અને કાંકરા ઉતર ચડ કર્યા કરેછે.

૨૩૧. એ રીતે પાણીના સદા ઉપર ચડવા અને નીચે ઉતરવાથી ઘંટીમાં દળાયાનીપેઠે કાંઠાપરના કાંકરા અને રેતી એક એક જોડે ઘસાઈને દળાયછે. તેઓ ઘસાઈ જાયછે તેનું કારણ એ છે. કાંકરા નાના થતા જઈ છેક્લે તેમની રેતી બનેછે અને રેતી ઝીણી થઈ દરિયામાં ઘસડાઈ જઈ તળીયે બેસેછે.

૨૩૨. પરંતુ કાંઠાપરના છૂટા પદાર્થોનો એ રીતે નિરંતર ક્ષય થાયછે એટલુંજ નહિ, પણ અંદરના નક્કર ખડકો જે સ્થળે પૃષ્ઠઉપર આવેછે તે સ્થળે તેમનો એજ પ્રકારે ભાગીને ભુકો થાયછે. ખડકને મોજાં અથડાયછે તેની જોડે પત્થરા ઘશી આવીને જોરથી અથડાયછે. એમ હમેશા થયાં કરવાથી ખડકો ભાગેછે. ખડકના નરમ ભાગમાં કે તેની કોઈ ફાટમાં પથરા ભરાયછે; અને ઉપર પાણી ઊંચાં ઉછળેછે તે વારે નીચે તળીઆપરના ખડકપર તે પથરા કે કાંકરા ચકડી ચકડી ફરી ખાડા પાડેછે. નદીનાં પાત્રોમાં જે રીતે ખાડા પડેછે (કલમ ૧૭૪મી જુઓ) તેમ સમુદ્રને તળીએ કોતરો પડેછે. એ પથરા અટાઈને રેતી બનેછે, અને તેમને ઠેકાણે મોજાં જોડે બીજા

પથરા ઘસડાઈ આવેછે. ભરતી ઉતરી ગયા કેડે એમાંના કોઈ કોતરમાં તમે ઉતરો તો તેની બાજૂઓ અને છાટ સફાઈબંધ અને ઓપાયલી તથા તેને બોંયતળીએ પડેલા પથરા ને કાંકરા ગોળ થયેલા તથા ઘસાઈ ગયેલા તમે દેખશો.

૪. સાગરનું તળિયું.

૨૩૩. જેટલું જાણવામાં આવ્યુંછે તે ઉપરથી એમ જણાયછે કે સાગરને તળીએ જમીનના પૃષ્ઠઉપર જેવું છે તેવુંજ છે. ત્યાં ઊંચાણ નીચાણ કે ખાડ, ખીણો, અને ડુંગરીઓની હાર હોયછે. જ્યાં પાણી અતિશય ઊંડું હોયછે ત્યાં તળિયું જોઈ શકાતું નથી, પરંતુ લાંબી દોરીને છેડે બાંધેલું વજન પાણીમાં મૂકી પાણી કેટલું ઊંડું છે તે તથા તળીયાની જાત એટલે તે તળિયું ખડકનું કે કાંકરીવાળું, રેતાળ, કાદવવાળું, કે છીપવાળું છે તે ખોળી શકાયછે. પાણીની ઊંડાઈના આ માપને અંગ્રેજીમાં સાઉંડિંગ એટલે જળઊંડાણમાપ કહેછે, અને દોરીને છેડે ટાંગેલા સીસાના ભારને મરગ કહેછે.

૨૩૪. સાગરના ઘણા ભાગોમાં જળ ઊંડાણનું માપ કાઢ્યું છે અને તેના તળિયાવિષે કેટલુંક જાણવામાં આવ્યું છે તોપણ હજી ઘણું બાકી છે; સર્વથી વધારે આત્લાંતિક મહાસાગરવિષે જાણવામાં આવેલું છે. ઇંગ્લાંડથી અમેરિકાસુધી સાગરની નીચેથી તાર નાખવામાં આવ્યો ત્યાર પહેલાં એ મહાસાગરની ઊંડાઈનું માપ કહાડતાં ૧૪,૫૦૦ ફૂટની અથવા પોણાત્રણ મૈલની ઊંડાઈ માલૂમ પડી હતી. પરંતુ આઝોર્સ અને બર્મ્યુડાસની વચ્ચે સાડાસાત મૈલની ઊંડાઈ મપાઈ છે. આપણો હિમાલય પર્વત ધરતી ઉપર ઊંચામાં ઊંચો છે; તે સાગરની સપાટીથી ૨૯,૦૦૦ ફૂટ ઊંચો છે. એને ઉપાડીને આત્લાંતિક મહાસાગરના છેક ઊંડા ખાડામાં પૂર્યો હોય. તો તે ડૂબી જશે એટલુંજ નહિ, પણ તેનું મથાળું સાગરની સપાટીથી લગભગ બે મૈલ નીચે રહેશે.

• ૨૩૫. એ વિશાળ સાગરનો ઘણો ભાગ એક કે બે મૈલ ઊંડો હોવો જોઈએ. પરંતુ તે બધે ઠેકાણે એટલો ઊંડો નથી, કારણ કે તેના મધ્યભાગમાં પણ તેના તળિયાના કેટલાક ભાગ પૃષ્ઠસુધી ઊંચા આવી ટાપુ બનેલાછે. ઘણુંકરીને જમીનથી છેક દૂરના ભાગમાં તે ઊંડો હોયછે અને જમીનની પાસે છાછર હોયછે. માટ સમુદ્રના જે ભાગમાં દ્વીપો અને ભૂશિરો છે તે ઘણુંકરીને બીજા ભાગોને મુકાબલે છાછર હોયછે. ગ્રેટબ્રિટન બેટની પશ્ચિમે વિશાળ આત્લાંતિક મહાસાગર પડેલો છે; પૂર્વે એનાથી ઘણોજ નાનો ઉત્તર સાગર આવેલો છે; આત્લાંતિક મહાસાગરમાં આગળ પશ્ચિમ ભણી જેમ જેમ હંકારીએ છીએ તેમ તેમ તેની ઊંડાઈ ઉતાવળે વધતી જાયછે, અને ઉત્તર સાગર તો મધ્યભાગે પણ ઘણો ઊંડો નથી. તેમાં કોઈ ઠેકાણે સપાટીથી ૪૦૦ ફૂટની ઊંડાઈએ નથી. લંડન શહેરમાંથી સંતપાળનું* દેવળ ઉપાડી ડોવર સામુદ્રધુનીના મધ્યભાગમાં મૂકો તો તે ઈમારતનો અર્દ્ધ કરતાં વધારે ભાગ પાણીની ઉપર રહેશે એ વાત જાણવામાં આવેથી ઇંગ્લાંડ અને ફ્રાન્સની વચ્ચે આવેલા દરિયાના છાછરપણાવિષે તમારા મનમાં કાંઈક વિચાર આવે.

૨૩૬. સાગરના પાણીની ઊંડાઈ કેમ માપેછે તે તો સમજાય તેવું છે, તથાપિ કેટલાક મૈલ લાંબી દોરીવડે માપ કાઢવું કઠણ બહુ છે તેમ છતાં માણસ પાણીની ઊંડાઈ માપી શકેછે એટલુંજ નહિ, પણ ડ્રેજ નામે ઓજારવડે નાના દરિયાને તળિયે જે કાંઈ હોય તે ડોલ ભરી ભરી ઉપર આણેછે એટલુંજ નહિ પણ મહાસાગરના છેક ઊંડા ભાગમાંથી પણ આણી શકેછે. એ રીતે સાગરના તળિયાવિષે તથા તેમાં જે વનસ્પતિ અને પ્રાણી વસેછે તેમની જાતવિષે ગયાં થોડાં વરસમાં પુષ્કળ જ્ઞાન સંપાદન થયું છે. કેટલાંક ઊંડાંમાં ઊંડાં તળીઆંપરથી ત્યાં રહેલા પદાર્થો બહાર લાવવામાં આવ્યા છે તે પરથી જણાયછે કે ત્યાં

* એ દેવલની ઊંચાઈ ૩૭૦ ફુટ છે.

છીપમાં રહેનારાં જીવડાં, પરવાળાંનાં જીવડાં, તારારૂપ જીવડાં, અને એથી પણ વધારે હલકાં જીવડાં પુષ્કળ વસેછે.

૨૩૭. જમીનના પૃષ્ઠ ઉપર જે વિકાર દરરોજ થયાં કરેછે તેમાંના કેટલાકનું મૂળ આપણે આ પુસ્તકના આગલા ભાગમાં ખોળી કહાડયું. હવે સાગરની સપાટીપર જે ફેરફાર થાયછે તેમાંના કેટલાકની તપાસ કરીએ. ખરેખર પૃથ્વીના પૃષ્ઠની જેટલી બારીકીથી આપણે તપાસ કરી તેટલી બારીકીથી સાગરના તળીઆની તપાસ કરી શકીશું નહિ, તોપણ તેનાવિષે ઘણું જાણવામાં આવશે.

૨૩૮. પાછલા પાઠોમાં જે કૃતિઓવિષે આપણે કહી ગયા તેમાંની કેટલીએક તમે એકઠી કરો તો સમુદ્રને તળીએ જે અતિ અગત્યના ફેરફારો થયાં કરેછે તેમાંના કેટલાક ફેરફાર તમે તમારી મેળેજ ખોળી કહાડો. ઉદાહરણ, ખરી પડેલો ખડક દરવર્ષે જમીનના પૃષ્ઠપરથી ઘસડાઇ જાયછે તે તમામનું શું થાયછે તેનો વિચાર કરો. તમે શીખી ગયા કે વહેળા અને નદીઓમાં થઇને સમુદ્રમાં તે તણાઈ જાયછે, પરંતુ તે સમુદ્રમાં જાયછે ત્યારે તેનું શું થાયછે ? જ્યારથી પર્વતો, ડૂંગરા કે ખીણોની બાજુમાંથી એ પદાર્થ વિખૂટો પડ્યો ત્યારથી પાણીની પેઠે તે નીચી સપાટી ખોળ્યાં કરેછે. સમુદ્રને તળીએ પહોંચી તે આગાડી નીચે ઉતરી શકતો નથી, પરંતુ ત્યાંજ રહેવાની તેને જરૂર પડે માટે ત્યાં એકઠો થાયછે.

૨૩૯. માટે સ્પષ્ટ છે કે જમીનનું પૃષ્ઠ અને સાગરના તળિયાની વચ્ચે મોટો તફાવત એ હોવો જોઈએ કે પર્વતના મથાળાથી દરિયા કિનારાસુધી ધરતીના પૃષ્ઠનો નિરંતર વિનાશ થાયછે, પરંતુ સાગરના તળીઆની સપાટીમાં નવા પદાર્થો સદા એકઠા થાયછે. જે પ્રમાણમાં એકમાં ઘટાડો થાયછે તે પ્રમાણમાં બીજામાં ઉમેરો થાયછે. માટે મહાસાગરની ઊંડાઇના માપનવડે મનુષ્યોએ જે શોધ કર્યાછે તેવિષે કાંઈપણ માહીતી મેળવ્યા વગર પણ તમે ખાતરીથી કહી શકો કે દરવર્ષે સાગરને

તળિયે પુષ્કળ કાંકરી, રેતી અને કાદવનો જમાવ થયો જોઇએ, કારણ કે જમીનપરથી એ પદાર્થો ઘસડાઈ જાયછે તે તમે જાણોછો.

૨૪૦. વળી તમે શીખ્યા કે વાની ગતિને લીધે સાગરનાં પાણી ઉછાળા મારેછે, અને જમીનપર જે વિનાશ સમુદ્ર કરી શકેછે તે પવનથી ઉત્પન્ન થતાં મોજાંને લીધે મુખ્યત્વેકરીને છે. પરંતુ એ ક્રિયા માત્ર પૃષ્ઠપર હોવી જોઇએ. મહાસાગરના ઊંડા તળીઆસુધી મોજાંની સત્તા પહોંચી શકે નહિ. માટે જે અનેક તરેહના વિનાશથી જમીનનું સ્વરૂપ એટલું બધું બદલાઈ જાયછે તે વિનાશ સાગરના તળીઆને પહોંચી શકતો નથી. જમીન-પરથી ખરી પડેલા પદાર્થો પાણીમાં તણાઈ જાયછે તેઓને સાગરને તળીએ ઠરી રહેવામાં જે શાંત પ્રવાહ તળીયાસુધી પહોચેલા હશે તેસિવાય બીજી હરકત નથી.

૨૪૧. ત્યારે કાંકરી, રેતી, અને કાદવ સમુદ્રમાં જાયછે ત્યારે તેઓની વ્યવસ્થા શી રીતે થાયછે ?

૨૪૨. એ તમામ પદાર્થો જમીનપરથી આવેછે તેથી તેઓ દૂર નહિ જતાં જમીનની નજીક સમુદ્રનાં તળીયાં છે ત્યાં એ-કઠા થાયછે. એ માટે છાછર સમુદ્રમાં અને જમીનની પાસે રેતી અને કાંકરીના બેટ અને ટેકરા હોય, પરંતુ મહાસાગરના મધ્યભાગે હોય નહિ.

૨૪૩. ઊનાળામાં નદીમાં પાણી ઓછાં થઈ ગયાં હોય તે વેળા તેનું પાત્ર તપાસશો તો એ વસ્તુઓ સમુદ્રને તળીએ શી રીતે ગોઠવાયછે તેનો કંઈક વિચાર તમારા મનમાં આવશે. એક સ્થળે પ્રવાહ જબરો હોયછે ત્યાં કાંકરીનો જમાવ થયો હોયછે; બીજે ઠેકાણે નદીના પ્રવાહ ભેગા થાયછે તે ઠેકાણે રેતીની ટેકરીઓ બનેલી તમારા દીઠામાં આવશે; અને જે ઠેકાણે વહેળાનો પ્રવાહ વધારે. ધીમો હોયછે તે ઠેકાણે તેના પાત્રમાં બારીક કાંપ કે કાદવનો થર બાઝેલો હશે. તમને યાદ હશે કે સપાટ જમીનપર નદીના પૂરનું પાણી ફેલાયછે

અને ત્યાં તેને વહેવામાં અટકાવ થાયછે ત્યારે તેમાંનો કાદવ ત્યાં ઠરી બેસેછે (કલમ ૧૭૮).

૨૪૪. પાણીનો પ્રવાહ જેમ વધારે જબરો હોય તેમ વધારે મોટા પથરા તે તાણી શકેછે. માટે સમુદ્રના પાત્રના એટલે તળીઆના જે ભાગ જમીનની પાસે હોયછે ત્યાં મોટા કાંકરા હોયછે. જ્યાં સમુદ્રના પ્રવાહ જબરા હોયછે ત્યાંસૂધી મોજાં તેઓને ઘસડી લઈ જઈ શકેછે; રેતી તેનાથી અગાડી ખેંચાઈ મોટા પટ કે કરાડા બનશે. વધારે બારીક કાંપ અને કાદવ છેવટે સાગરને તળીયે ઠર્યા પહેલાં સેકડો મૈલસુધી પ્રવાહમાં તણાઈ જશે.

૨૪૫. એ રીતે જમીન જેમ નજીક હોયછે અને પ્રવાહ જેમ જબરો હોયછે તેમ જમીનમાંથી ખરી પડેલી કાંકરી, રેતી, અને કાદવ સમુદ્રને તળીયે પથરાઈ મોટા પટ અને કરાડા બનશે.

૨૪૬. પરંતુ વનસ્પતિ અને પ્રાણીથી સમુદ્ર ભરપૂર છે. એ સંકરણ પદાર્થો મરી જાયછે, અને તેમના શેષ સાગરને તળીયે ઠરેલા ભિન્ન ભિન્ન પદાર્થો જોડે અવશ્યે કરીને મળી જાયછે, તેથી રેતી અને કાદવ ઉપરાંત પુષ્કળ છીપો, પરવાળાં, અને બીજાં પ્રાણીઓના સખ્ત ભાગો એક પછી એક જમાનો જાયછે અને આવેછે તેમ ત્યાં દટાવવાં જોઈએ.

૨૪૭. ઘણીવાર એવું બનેછે કે એમાંનાં કેટલાંક પ્રાણીઓના શેષ સમુદ્રના પાત્રના કેટલાક ભાગમાં એટલા બધા હોયછે કે તેમનોજ જાડો અને ઘણો પ્રસરેલો થર બનેછે. ઉદાહરણ, કાલુ માછલી બહુ ખીચોખીચ ઉત્પન્ન થાયછે; અને તેમની છીપો એવાં બીજાં પ્રાણીની છીપો જોડે મળી છીપોનું પડ બનેછે. પાસિફિક અને હિંદી મહાસાગરોમાં પરવાળાંનાં જીવડાં દરિયાના પાણીમાંથી સખ્ત ચૂનાવાળું હાડપિંજર બનાવેછે; અને કરોડો જીવડાં એકઠાં ઉત્પન્ન થાયછે તેથી તેમના નક્કર રૉકના મોટા ખરાબા બનેછે. તેઓ કોઈવાર આસ્ટ્રેલિઆના "બારિયર રૉક"ની પેઠે સેંકડો ફૂટ જાડા અને હ-

જારો મેલ લાંબા હોયછે. આ જીવડાંની વૃદ્ધિને લીધેજ વિસ્મય-કારક પરવાળાંના ગોળ ખડક કે બેટ બનેછે (આકૃતિ ૧૮મી). વળી આટલાંતિક મહાસાગરના તળિયાના ઘણા ભાગમાં બારીક કાંપ ઠરેલો હોયછે તે ફોરામિનિફેરા નામે અતિ સૂક્ષ્મ પ્રાણીઓના શેષનો લગભગ તમામ બનેલો માલૂમ પડેછે.



આકૃતિ ૧૮ મી.—પરવાળાંની વૃદ્ધિથી બનેલો ટાપુ.

૨૪૮. માટે પ્રાણી તથા વનસ્પતિના શેષો જોડે મળેલાં રેતી અને માટીનાં મોટાં પડોનો સાગરને તળીએ સદા જમાવ થયાં કરેછે. હવે એ તળિયું સાગરની સપાટીથી ઊંચું કરી શકાય તો, (એ રેતી અને કાદવ સૂકાઇને ખડકના જેવાં કઠણ બને તે છતાં પણ) તમે ખાતરીથી કહી શકશો કે તેઓ સમુદ્રને તળિયે કોઈવાર હતાં, કારણ કે તેઓમાં દરિયાઇ પ્રાણીની છીપો અને તેઓના બીજા શેષ ભળેલાં માલૂમ પડશે.

૨૪૯. તમે ભૂસ્તર વિદ્યા શીખશો ત્યારે તમારા જાણવામાં આવશે કે સમુદ્રનાં તળિયાં પ્રાચીન કાળમાં ઘણીવાર ઊંચે આવેલાંછે. તમે જોશો કે ડૂંગર અને ખીણોમાંહેલા ઘણા ખડકો પ્રથમ સમુદ્રની નીચે બંધાયા હતા. જેવી રીતે રેતી અને કાદવ ઘસડાઇ હાલમાં સાગરને તળીએ ઠરેછે તેવી રીતે સાગરને તળિયે ઠરેલા કાંપ અને રેતીના તેઓ બનેલાછે. સમુદ્રકાંઠા પાસેનાજ ખડકોમાં અને તેનાથી આઘેના ખડકોમાં પથરાની ખાણો કે કોતરોમાં, અથવા ડુંગરોની બાજૂએ અને

શિખરોપર પણ અસલના વખતના સમુદ્રોમાં રહેનારાં જાત-જાતનાં પ્રાણીઓનાં હાડપિંજર અને કડકા તમને જડશે.

૨૫૦. જે ખાડમાં જમીનપરના ખવાઇ ગયેલા અને ખરી પડેલા ભાગ નિરંતર ઘસડાઇ જાયછે તે ખાડ મહાસાગરનું તળિયું હોવાથી સ્પષ્ટ દીસેછે, કે ફેરફાર અથવા પ્રતિરોધ થયા સિવાય એ પ્રમાણે નિરંતર થયાં કરે, તો આખરે તમામ નક્કર ભૂમિ ખવાઇને ઘસડાઇ જઇ સમુદ્રને તળીએ પથરાઇ એક વિશાળ મહાસાગર આખી ધરતીને વીંટલાઈ વળે.

૨૫૧. પરંતુ સૃષ્ટિમાં બીજું બળ છે, તે બધી કોરી ભૂમિને એમ ડુબી જતી અટકાવેછે. આ પુસ્તકના બાકીના પાઠમાં એ બળ કિયું છે અને તેની કૃતિ કેવી છે તેનો વિચાર કરીશું.

પૃથ્વીની અંદરની બાજૂ.

૨૫૨. પૃથ્વીના પૃષ્ઠવિષે તથા તેપર જે બનાવ બનેછે તેવિષે પાછલાં પાનાંમાં તમને શીખવ્યું. હવે પૃથ્વીની અંદર શું છે તેની ખોળ કરીએ.

૨૫૩. પૃથ્વીના ભીતરનું મનુષ્યને કાંઇક જ્ઞાન મળે એ પ્રથમ તો આશારહિત દેખાશે. આપણી પૃથ્વી કેવડો મોટો ગોળો છે તેનો વિચાર કરશો તો તમારા જોવામાં આવશે કે તેની સપાટીપર વશીએ છીએ અને હરીએ ફરીએ છીએ, પરંતુ તેને મુકાબલે આપણે મોટા ડુંગરપર ચાલતી માખીના જેવા માત્ર છીએ. ઊંચામાં ઊંચા પર્વતના શિખરપરથી છેક ઊંડી ખાણને તળીએ જે સઘળું જોઇ શકાયછે, તે મુકાબલે નિશાળમાં ચાલતા પૃથ્વીના ગોળાના બહારના ભાગપર ચઢાવેલા રોગન કરતાં કંઇ વધારે નથી, તોપણ પૃથ્વીની અંદરના ભાગમાં જે બનાવ બનેછે તેવિષે ઘણું શીખી શકાય. જુદા જુદા દેશોમાં કોઇ કોઇ ઠામ હોયછે તેમાં પૃથ્વીના અંદરના ભાગની અને પૃષ્ઠની વચ્ચે સંબંધ જોવામાં આવેછે; અને એવાં સ્થળોમાંથીજ આ વિષયસંબંધી ઘણું જ્ઞાન મળ્યું છે.

૨૫૪. જ્વાળામુખી પર્વત (આકૃતિ ૧૯) વિષે તમે વાંચ્યું હશે. એ પહાડો પૃથ્વીની અંદરના ભાગ જોડે સંબંધ રાખનારા અતિ ઉપયોગી માર્ગો છે.

૨૫૫. જ્વાળામુખી પર્વત ફાટ્યા પહેલાં તમે તેને જોવા જાઓછો એમ ધારો. તમે તેની નજીક જઈ પહોંચોછો એટલે શંકુ આકારનો પર્વત તમારી દૃષ્ટિએ પડેછે. તેનું શિખર કપાઈ ગયેલું હોયછે. આ ખંડિત શિખરમાંથી ધોળું વાદળું નીકળેછે. પરંતુ આ દેશમાંહેલા હરકોઈ ડુંગરને મથાળે જેવું વાદળું દેખાય તેવું તે વાદળું છેક હોતું નથી. કેમકે આસપાસ વાદળાં



આકૃતિ ૧૯ મી.—જ્વાળામુખી પર્વતનો દેખાવ. દક્ષિણેથી જોતાં વિસુવિયસ પર્વતનો હાલનો દેખાવ.

નથી તોએ તે પર્વતના મથાળામાંથી નીકળતું દેખાયછે. નીચલી લીલોતરીવાળી જમીનથી ઊંચા ચઢોછો ત્યારે કોઈ ઠેકાણે લોઢાની ભઠ્ઠીના કાળા કાતુડાના પત્થરના જેવો ઠેકાઠેકાનો પટ છે અને કોઈ ઠેકાણે છૂટા પથરા અને રાખોડી પડીછે. જેમ જેમ તમે શિખરની નજીક આવતા જાઓછો તેમ તેમ જમીન તપીને ઊની થયેલી લાગેછે, અને વરાળના ગોટા તથા ગુંગળાવી નાંખે એવો બાફ કોઈ કોઈ ઠેકાણેથી બહાર નીકળેછે. છેલ્લે તમે મથાળે જઈ પહોંચોછો. તે ઠેકાણે જે પહેલાં સપાટ

શિખર દેખાતું હતું તે ખરેખરો મોટો કુંડ કે ખાડો દેખાયછે; તેની ઊભી ભીંતો તે પર્વતની ઊંડાઇમાં નીચે ઊતરેછે. જે ઊના વાયુઓ તમને ગુંગળાવી નાંખેછે તેઓથી બચવાને તમારૂં મોં ઢાંકી તમે તે કુંડને મથાળે જઈ તેની અંદર નીચે નજર કરોછો. છેક નીચે તેના પડખાની રાતી અને પીળી ટેકરીને તળીએ તપીને ધોળા ચળકતા પ્રવાહીનું ખાબોચીઉં દેખાયછે. ઉપર ચઢતીવેળા પર્વતની બહારની બાજૂએ જેવો કાળો પત્થર જોવામાં આવ્યો તેવી કાળી પોપડી એ પ્રવાહના ખાબોચીઆ-માં ઘણા ભાગપર બાઝી ગયેલીછે. આ તપેલા પાષાણરસના ખાબોચીઆમાંથી તપીને લાલ રસની સેરો ઊડેછે, પથરા અને ધૂળ વામાં ઊડી પાછાં પડેછે, અને એજ મુળમાંથી વરા-ળના ગોટેગોટ નીકળેછે. તે ઉપર ચઢતાં ઘણે છેટેથી પર્વતપર વાદળું ટંગાયલું દેખાતું હતું તે વરાળનું બનેછે.

૨૫૬. તે પર્વતને મથાળે કઢાઇ જેવા આ ખાડાને તેનું મુખ કહેછે. તેને તળિયે ઊના ખદખદતા ખાબોચીઆ માં-હેલો અતિ ઉષ્ણ પ્રવાહી પીગળેલો પત્થરનો રસ છે તે લાવા છે. અને રાખોડી, ધૂળ, કોયલા, અને પથરા બહાર ઊડેછે તેઓ ભડાકા કરતા જે વાયુઓ અને વરાળ નીકળી જાયછે તેના જોરથી મુખના કઠણ થયેલા તળીઆમાંથી અને પડખાપરથી ઊખડીને ઊંચા ફેંકાયછે.

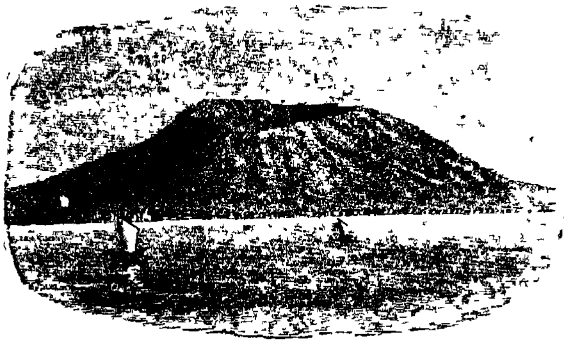
૨૫૭. ઉષ્ણ વાયુ અને વરાળ ઉપરથી તથા મુખને તળીએ રહેલા પીગળેલા રસ ઉપરથી જણાયછે કે અતિશય ઉષ્ણતાનું કોઈ મૂળ અંદર હોવું જોઈએ. અને સેંકડો અથવા હજારો વરસ થયાં ઉષ્ણતા બહાર આવેછે તેથી તે ત્યાં પુષ્કળ હોવી જોઈએ.

૨૫૮. પરંતુ જ્યારે જ્વાળામુખી પર્વત ફાટેછે ત્યારેજ જ-મીનની અંદરની આ ઉષ્ણતાનું બળ સ્પષ્ટ દેખા દેછે. એક બે દિવસ પહેલાં પર્વતની આસપાસની ધરતી ધ્રૂજેછે. છેલ્લે જબ-રા ભડાકા થઈ તેનો વચલો ભાગ ફાટેછે અને કદાપિ તેનો ઉ-પલો ભાગ ઊંચે વામાં ઊડેછે. વરાળના મોટા ગોટેગોટ ઊંચે

વામાં ચઢેછે ને તેમાં ઝીણી રજ અને તપેલા લાલચોળ પથરા ભળેલા હોયછે. ભારે પથગ પર્વતના મુખમાં કે બહારના ઢાળપર પાછા પડેછે, પરંતુ બારીક રાખોડી એટલી બધી ઊડેછે કે કોઈવાર ઘણા મૈલ ફરતું આકાશ છવાઇ જાયછે અને આસપાસના દેશપર જાડું આચ્છાદન પથરાઇ રહેછે. લાવાના એટલે તપીને ઘોળા થયેલા પીગળેલા રસના વહેળા પર્વતની બહારની બાજૂએ નીચે ચાલેછે, અને તેમના માર્ગમાં જે કાંઈ પડેલું હોયછે તેપર વહે અથવા તેને બાળી નાખી તળેટીએ આવેલાં ઘરોમાં અને બાગમાં પણ ધસેછે. ઘણા દિવસ કે અઠવાડીઆંસૂધી એ પ્રમાણે રહેછે, અને છેવટે જ્વાળામુખી થાકેછે કે ખાલી થાયછે તેવારે શાંત પડેછે. શાંત હોયછે ત્યારે તેમાંથી ઊની વરાળ અને તપેલા વાયુ માત્ર બહાર નીકળ્યાં કરેછે.

૨૫૯. લગભગ ૧૮૦૦ વરસપર નેપલ્સની પડોસમાં જ્વાળામુખી પર્વતના જેવાં આકારનો એક પહાડ હતો તેનું મોટું મુખ ઝાડોથી ઢંકાયલું હતું (આકૃતિ ૨૦). તેમાંથી વરાળ, રાખોડી, કે રસ નીકળતો કોઈના દીઠામાં આવ્યો નહોતો, અને યૂરોપના તે ભાગમાં કેટલાક જ્વાળામુખી છે તેવો તેને લોક ધારતા ન હતા. તેની તળેટીમાં તેમણે ગામડાં અને શહેરો વસાવ્યાં હતાં, અને એ પ્રદેશનાં સૌંદર્ય તથા સારી હવાને લીધે દ્રવ્યવાન રૂમી લોક ત્યાં બંગલા બાંધતા. પરંતુ આખરે, ભાગ્યે ખબર આપ્યા વગર, મોટા ભડાકા થઈ પર્વતનો ઊપલો ભાગ ઊડી ગયો. કેટલાક મૈલ ફરતા પ્રદેશમાં ઝીણી રાખોડી એટલી બધી પડી કે આકાશમાં મધ્ય રાત્રિના જેટલું અંધારૂં થયું. દિવસે અને રાત્રિએ આસપાસના પ્રદેશમાં રાખોડી અને પથરાનો વરસાદ વરસ્યાં કીધો; પથરા પડવાથી અથવા ઊડતી ધૂળથી રૂંધાઈને ઘણા રહેવાશીઓ મરી ગયા. પર્વત ફાટતો બંધ પડ્યો ત્યારે જે દેશ જોવાને જૂની દુનિયાના તમામ ભાગમાંથી લોકો આવતા તે દેશ બૂરી ધૂળ અને પથ-

રાનું માત્ર રણ દેખાતું હતું. નગરો અને ગામડાં, બાગબગી-ચા, અને દ્રાક્ષના માંડવા સર્વે દટાઈ ગયાં હતાં. એ નગરોમાં હર્ક્યુલીઅન અને પોમ્પીઆઈ નામે બે વધારે પ્રસિદ્ધ હતાં. તેઓ એટલાં બધાં દટાઈ ગયાં કે તે સમે અગત્યનાં છતાં તેઓ ક્યાં હતાં તેના ઠામની પણ સરત રહી નહિ, અને પંદરસે વરસ વીત્યા કેડે અકસ્માત્ જડયાં. એ વખતથી તેમને ખોદી કા-



આકૃતિ ૨૦ મી.—પોમ્પીઆઈ શહેરનો નાશ થયા પહેલાંનો વિસુવિયસનો દેખાવ.

હાડવાનું કામ જારી થયુંછે. જ્વાળામુખી પર્વતમાંથી વહેલા રસાદિના કઠણ થઈ ગયેલા ઢાંકણને ખોદીને જૂના શહેરપરથી ખસેડી નાખ્યુંછે, તેથી હવે તમે છાપરાં વગરનાં ઘર, દુકાનો, નાટકશાળા, અને દેવળવાળી પોમ્પીઆઈ નગરીની શેરીઓ-માં ફરી હરી શકો, તથા અરાઢસેં વરસપર નગરવાસી-ઓની ગાડીઓનાં પૈડાંથી બાંધેલા રસ્તાપર પડેલા ઊંડા ચીલા જોઈ શકો. હાલ વસ્તીવગરના શાંત શહેરના કોટની પેલીમેર વિસુવિયસ પર્વત દેખાયછે, તેના મુખમાંથી ધૂમાડો નીકળ્યાં કરેછે, અને પોમ્પીઆઈ શહેર ડૂબી ગયું ત્યારે જે જૂનો પહાડ ઊડી ગયો હતો તેનો અડધો ભાગ એ મુખમાં આવી ગયોછે. (આકૃતિ ૧૯ મી જુઓ).

૨૬૦. માટે જે ખાડા કે બાકાંમાંથી પૃથ્વીની અંદરના ઉષ્ણ પદાર્થો પૃષ્ઠઉપર આવેછે તે ખાડાનાં સ્થળ જ્વાળામુખી પર્વતથી પરખાયછે. દુનિયાના સર્વ ભાગમાં જ્વાળામુખી પર્વતો હોયછે. યૂરોપમાં વિસુવિયસ પર્વત પેદા થયો ત્યારથી તે વગો ઓછો જાગરૂત છે, તે સિવાય એટ્ના, સ્ટ્રોમ્બોલિ, અને બીજા નાના જ્વાળામુખી પર્વતો ભૂમધ્યસમુદ્રના પાત્રમાં છે, અને છેક વાયવ્ય કોણમાં આઈસ્લાંડના બરફ અને હિમક્ષેત્રમાં કેટલાક જણાતા જ્વાળામુખી પર્વતો છે. અમેરિકા ખંડની પશ્ચિમ કોરે જે પહોડો છે તેમાં છેક છેડાસૂધી મોટા જ્વાળામુખી પહાડોની હાર છે. એશિયામાં જાવા અને આસપાસના બીજા દ્વીપોમાં તેમનો ઘાડો સમુદાય થયેલોછે, અને તેઓ જાપાન અને આલુશિઅન ટાપુમાં થઈ ઉત્તર અમેરિકાના ઉત્તર છેડા લગી ગયેલાછે. જ્વાળામુખી પર્વતો ક્યાં ક્યાં આવેલાછે તે નકશાપર જોશો તો પાસિફિક મહાસાગર તેઓથી તમામ વીંટલાયલો જણાશે.

૨૬૧. પૃથ્વીની અંદર એટલે તેના પેટામાં આ બાગીઓ પડેછે તે એટલી બધી છે કે તેપરથી તેમાં અતિશય અગ્નિ ભર્યોછે એવો આપણાથી નિર્ણય કરી શકાય. વળી આ ભીતરની ઉષ્ણતાની બીજી સાબીતીઓ પણ છે. ઘણાં દેશોમાં ઊનાં ઝરણ સપાટીપર આવેછે. હરકોઈ જ્વાળામુખી પર્વતથી આપણો દેશ ઘણો દૂર છે તેમ છતાં લસુંદ્રા, દેવકી ઉનાઈ, વગેરે ઠેકાણે ઊનાં ઝરણ છે, અને તેમજ ઇંગ્લાંડની પાસે પણ જ્વાળામુખી નથી તોપણ બાથ નગરમાંના કૂવાઓનું પાણી ઊનું છે (૧૨૦ ફા. ઉષ્ણતા). એ પણ જણાયલુંછે કે હરકોઈ દેશમાં જેમ જેમ આપણે પૃથ્વીની અંદર નીચે ઊતરતા જઈએ છીએ તેમ તેમ ઉષ્ણતા વધતી જાયછે. જેમ ખાણ ઊંડી હોયછે તેમ નીચેના થર અને હવા વધારે ગરમ હોયછે. એજ પ્રમાણમાં ઉષ્ણતા વધતી જતી હશે તો ધકધકતા લાલચોળ ખડકો નીચે ઘણે છેટે નહિ હશે.

૨૬૨. પરંતુ પૃથ્વીની ભીતરની ઊષ્ણતાથી જ્વાળામુખી પર્વત અને ઊનાં ઝરણ માત્ર થાયછે એમ ન સમજશો. નક્કર ભોંય ડોલેછે, ફાટેછે, ઊપસેછે, અથવા નીચે બેશી જાયછે. તમે ભૂકંપ વિષે કદાપિ સાંભળ્યું કે વાંચ્યું હશે; એ આંચકા ખૂબ જોરમાં આવેછે ત્યારે જમીન ચીરાઈ જાયછે, ઝાડ અને ઘર પડી જાયછે, અને સેંકડો કે હજારો માણસ દટાઈ જાયછે. જે દેશોમાં જાગતા જ્વાળામુખી પર્વત હોયછે તે દેશોમાં કે તેમની નજીક ભૂકંપ ઘણીવાર થાયછે. ઘણીકવાર જ્વાળામુખી ફાટ્યાની તયારી હોયછે તેવેળા તેઓ થાયછે.

૨૬૩. જમીનના કેટલાક ભાગ ધીમે ધીમે સમુદ્રની બહાર નીકળી આવેછે; જે જમીન કે ખડકો ભરતીનાં પાણીથી ઢંકાઈ જતા તેઓપર તે આવતું નથી; અને જે ખડકો અને તળીઆપરથી પાણી કદી ઊતરી જતું નહિ તેઓ એક પછી એક પાણીની બહાર દેખાવા માંડેછે. તેમ વળી કેટલાક પ્રદેશ ધીમે ધીમે પાણીમાં ડૂબતા જાયછે. જેમ જેમ જમીનપર સમુદ્રનું પાણી ચઢતું જાયછે તેમ તેમ કાંઠાના પુરતા, પાળો, અને કિનારાની બીજી જુની નિશાનીઓ એક પછી એક સમુદ્રમાં ડુબી જાયછે. એમ જમીનનું ઊંચું ચઢવું કે નીચે ઊતરવું થાયછે તે પણ અંદરની ગરમીને લીધે થાયછે.

૨૬૪. આ ભિન્ન ભિન્ન વિકારોવિષે તમે વિચાર કરશો તો તમારા સમજવામાં આવશે કે એજ ભીતરની ઉષ્ણતાને લીધે પૃથ્વીના પૃષ્ઠની જમીન ટકી રહેલીછે. વરસાદ, બરફ, નદીઓ, હિમક્ષેત્રો તથા સમુદ્ર ભૂમિના પૃષ્ઠને રોજ રોજ ખોદ્યાં કરે અને તેમના કામને રદ કરનારી કોઈ પ્રકારની ક્રિયા ન ચાલતી હોય તો આખરે જમીન અદૃશ્ય થવીજ જોઈએ અને ખરે ઘણા કાળ પહેલાં થઈ હોત. પરંતુ અંદરના તપેલા પદાર્થોની આ બળવાન ગતિઓથી પૃથ્વીના પૃષ્ઠના કેટલાક ભાગ ઊંચા થાયછે, અને સમુદ્રોનાં તળીઆંનો કેટલોક ભાગ ઊંચો આવી કોરી જમીન બનેછે.

૨૬૫. પૃથ્વીના ગોળાપર બધે ઠેકાણે એ રીતે ઘણીવાર જમીન ઊંચી થયેલીછે. ૨૪૯ મી કલમમાં આપણે કહી ગયા છીએ તેમ હાલના ઘણાખરા ડુંગરો અને ખીણો પ્રથમ સમુદ્રને તળીએ હતાં અને પછીથી ઉપર આવેલાંછે.

સમાપ્તિ.

૨૬૬. છેવટે પાછલા પાઠોની મુખ્ય બાબતોનો સાર કહીએ.

૨૬૭. આ આપણી પૃથ્વીપર નિરંતર ગતિ અને વિકાર થયાં કરેછે. એને વીંટલાયલું વાતાવરણ સદા ગતિમાં છે, અને ઉષ્ણતા, પ્રકાશ, અને વરાળનો પ્રસાર કરેછે. સમુદ્રમાંથી અને જમીનપરના પાણીમાંથી વાતાવરણમાં વગળ નિરંતર જાયછે; ત્યાં તેનાં વાદળાં, વરસાદ, અને બરફ બની તે ફરીને પૃથ્વીપર આવેછે. જમીનના પૃષ્ઠપર સઘળે ઠેકાણે આકાશમાંથી જે પાણી પડેછે તે નદીનાળાંમાં થઈ સમુદ્રમાં જાયછે, અને જમીનના ખરી પડેલા પદાર્થોને સાગરમાં ઘસડી લઈ જાયછે. એ રીતે વાયુ, જમીન, અને સમુદ્રની વચ્ચે પાણી સદા આવજા કર્યા કરેછે. સાગરને પણ વિશ્રાંતિ નથી. તેનાં મોજાં જમીનની કોરને ધીમે ધીમે તોડી પાડેછે અને તેનો પ્રવાહ પૃથ્વીના ગોળાપર ચારેમેર દોડ્યાં કરેછે. કોરી જમીનપર ઘસડાઈ ગયેલા પદાર્થો તેને તળીએ જઈ બેસેછે અને પછી ત્યાં તેઓના ખડકો બંધાયછે. એના અંતે નવા દ્વીપો અને ખંડો બનેછે. છેલ્લે પૃથ્વીના પેટામાં ઉષ્ણતાનો બહોળો ભંડાર ભરેલોછે, તે ધરતીને ધ્રૂજાવેછે, ફાડેછે, ઊંચે લાવેછે, કે નીચે બેસાડેછે. જૂની ભૂમિ સમુદ્રમાં ડૂબી જાયછે, અને નવી ઉપર આવેછે, અને તે વનસ્પતિ ઊગવાને, પ્રાણીઓને રહેવાને અને આપણ માણસને વસવાલાયક બનેછે.

૨૬૮. આ પૃથ્વી કોઈ છોડ કે પ્રાણીની પેઠે સંજીવન નથી, તોપણ તેને એક અર્થે જીવતી કહી શકાય. વાયુનું અને પાણીનું ભ્રમણ, સમુદ્ર અને ભૂમિની અદલાબદલી; ટૂંકામાં અનંત અને નિરંતર ગતિના જે ક્રમવડે પૃથ્વીનું પૃષ્ઠ દિવસે દિવસે વિકાર પામેછે અને નવું થાયછે તે ક્રમને પૃથ્વીનું જીવન કહી શકાય.